

RI+P PROF. DR.-ING. VICTOR RIZKALLAH + PARTNER

Ingenieurgesellschaft mbH - Beratende Ingenieure VBI
Erd- und Grundbau · Spezialtiefbau · Hafenanbau · Damm-
und Deponiebau · Beweissicherungen · Erdbaulabor

Herrenhäuser Kirchweg 19
D-30167 Hannover
Telefon (0511) 70 88 75
Telefax (0511) 70 88 00
Prof.Rizkallah@t-online.de
info@rizkallah.de

wissenschaftliche Berater/Partner:

Prof. Dr.- Ing. Werner Richwien
Prof. Dr.- Ing. Martin Achmus
Prof. Dr.- Ing. Victor Rizkallah

Auftraggeber : WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH
Langenstraße 2 - 4, 28195 Bremen

**Projekt : Überseestadt Bremen – Holz- und
Fabrikenhafen Südseite**

- **Teil A: Holz- und Fabrikenhafen Süd**
- **Teil B: Kranhafen- und Kühlhauskaje**
- **Teil C: Wendebecken**

**hier : Ermittlung der Wasserdruckverhältnisse
nach Überflutung**

Datum : 01.11.2016

Az. : 1917-2015GU4

 . Ausfertigung

INHALTSVERZEICHNIS

1	Vorgang und Aufgabenstellung	1
2	Unterlagen	2
3	Angaben zum Bauwerk	3
4	Baugrund	4
5	Wasserstände	4
6	Entwicklung des Überflutungsereignisses	5
7	Entwicklung des FE-Modells	5
8	Ergebnisse der FE-Berechnungen	6
8.1	Kajenabschnitt im Bereich der Grundwasserpegel GWM 11 bis GWM 6	6
8.2	Kajenabschnitt im Bereich der Grundwassermessstellen GWM 5 bis GWM 1	6
8.3	Südlicher Kajenabschnitt	7
8.4	Kühlhauskaje - Westseite	7
9	Schlussbemerkungen und Hinweise zur Verwendung der Ergebnisse	7

VERZEICHNIS DER ANLAGEN

Anl. 1.1	Übersichtslageplan mit den Bereichen der Teilprojekte
Anl. 1.2.1	Lageplan mit Lage der Grundwassermessstelle GWM 11 und der Schnitte sowie der Baugrunderkundungen
Anl. 1.2.2	Lageplan mit Lage der Grundwassermessstellen GWM 11 bis GWM 1 und der Baugrunderkundungen
Anl. 2	Zugrundegelegtes Hochwasserereignis in Relation zum Hochwasser XAVER vom Dezember 2013
Anl. 3.1	Äquipotentiallinien im Bereich der Grundwasserpegel GWM 11 bis GWM 6
Anl. 3.2	Äquipotentiallinien im Bereich der Grundwasserpegel GWM 5 bis GWM 1
Anl. 3.3	Äquipotentiallinien bei der südlichen Kaje (Schnitt I-I)

VERZEICHNIS DER ANHÄNGE

Anhang A

Hochwasserereignis "XAVER"

Anhang B

„Wasserdruckverhältnisse bei der Normaltide",
Variation des k - Wertes des Filtermaterials

Anhang C

„Wasserdruckverhältnisse bei einem außergewöhnlichen Niedrigwasser",
Variation des k - Wertes des Filtermaterials

Anhang D

1917-2015BR1, Kühlhauskaje – Südseite, „Wasserdruckverhältnisse nach Überflutung
der Kaje beim Querschnitt I - I“ vom 09.08.2016

Anhang E

1917-2015BR2, Kühlhauskaje – Westseite, „Wasserdruckverhältnisse nach Überflutung der
Kaje bei der westlichen Spundwand (Querschnitt II – II)“ vom 09.08.2016

PROF. DR.-ING. VICTOR RIZKALLAH + PARTNER
Ingenieurgesellschaft mbH, Beratende Ingenieure für Erd- und Grundbau
Herrenhäuser Kirchweg 19 · D-30167 Hannover

Erd- und Grundbau · Spezialtiefbau
Hafenbau · Damm- und Deponiebau
Beweissicherungen · Erdbaulabor

Telefon (0511) 70 88 75
Telefax (0511) 70 88 00
Prof.Rizkallah@t-online.de
info@rizkallah.de

RI+P Prof. Rizkallah + Partner · Herrenhäuser Kirchweg 19 · 30167 Hannover

WFB
Wirtschaftsförderung Bremen GmbH
Langenstraße 2-4

wissenschaftliche Berater/Partner:
Prof. Dr.-Ing. Werner Richwien
Prof. Dr.-Ing. Martin Achmus

28195 Bremen

Ihre Zeichen	Ihre Nachricht vom	Unser Zeichen	Datum
IA/2011-01/i11111-1.11985	27.10.2015	1917-2015GU4	01.11.2016

Betr.: **Überseestadt Bremen – Holz- und Fabrikenhafen, Wasserdruckverhältnisse nach Überflutung**

hier: Ermittlung der Wasserdruckverhältnisse bei Überflutung und Angaben zur Bemessung der Kajen unter Berücksichtigung der sich einstellenden Äquipotentialdrücke

Bezug: Schriftliche Auftragserteilung vom 27.10.2015,
Vertrag-Nr. IA/2011-01/i11111-1.11985

1 Vorgang und Aufgabenstellung

Die Wirtschaftsförderung Bremen GmbH (WFB) plant im Holz- und Fabrikenhafen in Bremen die Herstellung einer neuen Hochwasserschutzwand. Außerdem sollen die bestehenden Kajen unter Berücksichtigung neuer Ansätze nachgerechnet werden und ggf. Sanierungsmaßnahmen festgelegt werden.

Mit der Tragwerksplanung wurde die bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven, beauftragt.

Im Januar/Februar 2016 wurden im Planungsbereich ergänzende Baugrunderkundungen durchgeführt und anschließend von uns ausgewertet.

GF: Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.- Ing. Sami Rizkallah

Firmensitz: 30167 Hannover
Amtsgericht Hannover HRB 0437
UST-ID: DE 11 56 78 135

Sparkasse Hannover
Konto 39 39 (BLZ 250 501 80)
BIC: SPKHDE2HXXX • IBAN: DE67 2505 0180 0000 0039 39

Gemäß dem Ingenieurvertrag vom 27.10.2015 wurden wir von der Wirtschaftsförderung Bremen GmbH (WFB) beauftragt, für verschiedene Kajenabschnitte Baugrund- und Gründungsgutachten zu erstellen, die wir mit den unter 2.1.1 bis 2.1.3 aufgelisteten Gutachten vorgelegt haben.

In diesen Gutachten haben wir auftragsgemäß die Wasserdruckansätze angegeben, wobei allerdings die Wasserdruckverhältnisse für den Belastungsfall "Überflutung der Kaje" nicht nach den einschlägigen Vorschriften festgelegt werden konnten.

Wir mussten deshalb zunächst das maßgebende Überflutungsereignis ermitteln, bzw. festlegen, und anschließend die sich bei diesem Ereignis zu erwartenden Wasserdruckverhältnisse und deren Auswirkungen auf die Spundwandstatik ermitteln.

Der vorliegende Bericht dokumentiert diese Untersuchungen, die planungsbegleitend kontinuierlich an bremenports übermittelt worden sind.

2 Unterlagen

Folgende Unterlagen standen uns für die Erstellung unseres Berichtes zu Verfügung:

- 2.1 Folgende Gutachten der RI+P, Prof. Rizkallah + Partner Ingenieures. mbH, Hannover, erstellt im Auftrage der WFB, Wirtschaftsförderung Bremen GmbH, Bremen:
 - 2.1.1 Überseestadt Bremen – Holz- und Fabrikhafen Südseite, „Weiche Kante“ (Wendebecken), Az.: 1917-2015GU1, „Baugrunduntersuchungsbericht mit Gründungsempfehlung“ vom 10.02.2016.
 - 2.1.2 Überseestadt Bremen – Holz- und Fabrikhafen Südseite, Vorhandene Kaje und neue Hochwasserschutzwand (HWS) am Kühlhaus, Az.: 1917-2015GU2, „Baugrunduntersuchungsbericht mit Gründungsempfehlung“ vom 09.05.2016.
 - 2.1.3 Überseestadt Bremen – Holz- und Fabrikhafen Südseite, Vorhandene Kaje und neue Hochwasserschutzwand (HWS), Az.: 1917-2015GU3, „Baugrunduntersuchungsbericht mit Gründungsempfehlung“ vom 09.06.2016.
- 2.2 Folgende Schreiben und E-Mails der RI+P, Prof. Rizkallah + Partner Ingenieures. mbH, Hannover, an bremenports:
 - 2.2.1 Ergebnisse.pdf --- 29.05.2016, 13:19 Uhr.
 - 2.2.2 FE Berechnungen für ein außergewöhnliches Niedrigwasser, vom 30.05.2016, 13:41 Uhr.
 - 2.2.3 Ergebnisse Normaltide.pdf; Ergebnisse Außergewöhnliches Niedrigwasser.pdf; Ergebnisse HHThw.pdf; Äquipotentiallinien HHThw 5x10⁻⁵ und 10⁻⁵.pdf, vom 31.05.2016, 10:44 Uhr.

- 2.2.4 Südliche und westliche Kaje.pdf; Vergleich Pflaster durchlässig - dicht.pdf, vom 06.06.2016, 13:19 Uhr.
- 2.2.5 Holzhafen Kühlhauskaje CULMAN BP III und BP IX.pdf --- 05.08.2016, 14:34 Uhr.
- 2.2.6 1917-2015BR1, Kühlhauskaje – Südseite, „Wasserdruckverhältnisse nach Überflutung der Kaje beim Querschnitt I - I“ vom 09.08.2016.
- 2.2.7 1917-2015BR2, Kühlhauskaje – Westseite, „Wasserdruckverhältnisse nach Überflutung der Kaje bei der westlichen Spundwand (Querschnitt II – II)“ vom 09.08.2016.
- 2.2.8 „Unterschiede zwischen dem westlichen und dem östlichen Bereich beim Überflutungsereignis“, e-mail vom 07.09.2016, 14:45 Uhr.

- 2.3 Grafik und Excel Tabelle des Hochwasserereignisses XAVER, erhalten von der bremenports GmbH & Co. KG, Bremerhaven.

- 2.4 Folgende E-Mails, erstellt und erhalten von der bremenports GmbH & Co.KG, Bremerhaven:
 - 2.4.1 BV: Kühlhausnase; hier: aktueller Planungsstand. Überseehafen / Holz- und Fabrikhafen Bremen, „Aktueller Planungsstand zur Kühlhauskaje im Bereich Wendebecken“ vom 25.04.2016, 09:51 Uhr.
 - 2.4.2 Kühlhauskaje-Kranhafen Bremen, „Schnitt durch die Kühlhauskaje“ vom 12.05.2016, 13:48 Uhr.

3 Angaben zum Bauwerk

Die vorhandene Kaje unterteilt sich in die Bereiche

östlicher Holz- und Fabrikenhafen (unser Gutachten 1917-2015GU3)

Kühlhauskaje (unser Gutachten 1917-2015GU2) und

Westliche und südliche Kaje im Bereich des Wendebeckens (unser Gutachten 1917-2015GU1).

In der Anlage 1.1 sind diese Bereiche, in der Anlage 1.2.1 ist die Lage der Schnitte E-E und I-I bis III-III dargestellt.

Die Oberkante der Kaje liegt auf NN + 5,8 m, d.h. bei dem Hochwasserereignis NN + 7,25 m (vgl. Abschnitt 5) werden die Kajen überflutet.

Da die Spundwände des Holz- und Fabrikenhafens planmäßig hergestellte „Entwässerungslöcher“ haben, dringt bei diesem Hochwasserereignis Wasser in die Hinterfüllung ein und fließt nach Abklingen der Überflutung zeitverzögert wieder aus diesen Öffnungen heraus.

Dieser Vorgang wurde von uns numerisch untersucht.

4 Baugrund

Die Baugrundverhältnisse werden in unseren Gutachten [2.1.1, 2.1.2 und 2.1.3] umfassend dokumentiert und beschrieben.

Der erkundete Baugrund im hier maßgebenden Tiefenbereich kann vereinfacht wie folgt beschrieben werden:

Unter einer Auffüllung von rd. 2 m aus Sand mit kiesigen Anteilen und mit Bauschutt und Schlacke folgen in der Regel zunächst lockere Sande bis maximal rd. 10 m Tiefe.

Unter den lockeren Sanden folgen mitteldicht bis dichte Sande, die bis maximal rd. 23 m Tiefe reichen. In den Sanden sind örtlich Klei- oder Lehmschichten bis zu rd. 2 m Dicke eingelagert.

Bei unseren Berechnungen sind wir – vereinfachend – von einem homogenen Baugrund mit einer mittleren Wasserdurchlässigkeit von $k = 10^{-4}$ m/sec ausgegangen.

5 Wasserstände

Die Tidewasserstände im Hafenbecken sind wie folgt:

HThw:	NN + 5,03 m
MThw:	NN + 2,54 m
MTnw:	NN – 1,61 m
NTnw:	NN – 2,74 m

Bemessungswasserstand: NN + 7,25 m

Die Grundwasserstände wurden in den vorliegenden Baugrunderkundungen zwischen NN + 0,72 m und NN + 1,46 m eingemessen.

Die Messungen bei den Grundwasserpegeln GWM 11 bis GWM 1 (vgl. Anl. 1.2.2) zeigen im Beobachtungszeitraum (18.12.2014 bis zum 14.04.2016) Wasserstände zwischen NN – 0,25 m und NN + 2,15 m.

Die Pegel GWM 11 bis GWM 6 zeigen nur geringe Amplituden von rd. 15 cm, die Pegel GWM 5 bis GWM 1 hingegen Amplituden von rd. 60 cm bis maximal rd. 150 cm. Bei unseren Berechnungen haben wir deshalb 2 unterschiedliche Modelle entwickelt.

6 Entwicklung des Überflutungsereignisses

Der maßgebende Bemessungswasserstand wurde uns mit NN + 7,25 m genannt.

Dieser Wasserstand liegt deutlich über dem bisher gemessenen höchsten Wasserstand (NN + 5,03 m), es liegt demzufolge kein entsprechendes Hochwasserereignis vor, das sowohl den Anstieg als auch den Abfall enthält.

Wir haben deshalb bei verschiedenen Behörden (WSA Bremerhaven, WSA Bremen, BAW Karlsruhe, BAW Außenstelle Küste, Hamburg, und beim NLWKN – Betriebsstelle Norden / Norderney, Forschungsstelle Küste) nachgefragt, ob uns ein Bemessungshochwasserereignis zur Verfügung gestellt werden könnte. Dieses war jedoch nicht möglich.

Wir mussten deshalb aus den uns von bremenports übermittelten Hochwasserereignis „XAVER“ vom Dezember 2013 (Pegel Oslebshausen, als Anhang A beigefügt) ein Hochwasserereignis mit dem Maximalwert NN + 7,25 m ableiten. In der Anlage 2 ist das Ereignis XAVER und der von uns abgeleitete Tideverlauf dargestellt.

Wir halten diesen Verlauf als „auf der sicheren Seite liegend“, wie bereits erläutert konnte uns jedoch kein anderer - günstigerer - Verlauf genannt werden.

7 Entwicklung des FE-Modells

Zur Simulation des Hochwasserereignisses haben wir die Kaje als FE Modell entwickelt, bei dem über eine Höhe von rd. NN – 2,5 m bis NN + 1,0 m ein Zufluss in die Hinterfüllung möglich ist. Dieser Höhenbereich entspricht in etwa der Anordnung des Kiesfilters hinter den Löchern bei den Spundwänden.

Wasserseitig der Spundwand musste ein fiktiver Boden mit einer sehr hohen Durchlässigkeit modelliert werden, in dem die Tide Auf- und Abfließen kann.

Durch Variation des k-Wertes konnte ein Modell entwickelt werden, das näherungsweise die Wasserstände hinter der Kaje liefert, die in den Grundwassermessstellen gemessen wurden (vgl. Anhänge B und C).

Für den Kajenabschnitt GWM 11 bis GWM 6 haben wir für den „Filter“ in unserem Modell $k = 5 \times 10^{-5}$ m/sec, für den Abschnitt GWM 5 bis GWM 1 einen Wert von $k = 10^{-4}$ m/sec angesetzt.

8 Ergebnisse der FE-Berechnungen

8.1 Kajenabschnitt im Bereich der Grundwasserpegel GWM 11 bis GWM 6

Im o. g. Bereich zeigen die Pegel eine relativ geringe Amplitude. Dieses haben wir bei unserem FE-Modell berücksichtigt.

In der Anlage 3.1 ist die Äquipotentialverteilung für den Zeitpunkt „Erstes normales Tideniedrigwasser nach dem Hochwasser auf NN + 7,25 m“ dargestellt. Es ist ersichtlich, dass sich hinter der Spundwand eine abfallende Sickerlinie einstellt, die im Bereich der wahrscheinlichen Erddruckgleitfuge bei NN + rd. 2,4 m bis NN + rd. 2,5 m liegt.

8.2 Kajenabschnitt im Bereich der Grundwassermessstellen GWM 5 bis GWM 1

Im o. g. Bereich zeigen die Pegel eine relativ große Amplitude. Dieses haben wir bei unserem FE-Modell berücksichtigt. In der Anlage 3.2 ist die Äquipotentialverteilung für den Zeitpunkt „Erstes normales Tideniedrigwasser nach dem Hochwasser auf NN + 7,25 m“ dargestellt. Es ist ersichtlich, dass sich hinter der Spundwand eine abfallende Sickerlinie einstellt, die im Bereich der wahrscheinlichen Erddruckgleitfuge bei NN + rd. 2,0 m bis NN + 2,2 m liegt.

Die Wasserdruckverhältnisse sind hier günstiger als im westlichen Bereich, weil offensichtlich das beim Hochwasserereignis eingeflossene Wasser bei Eintritt des Tideniedrigwassers wieder schneller abfließen kann.

8.3 Südlicher Kajenabschnitt

Die Wasserdruckverhältnisse im südlichen Bereich (Schnitt I-I, Anlage 1.2.1) hatten wir mit unserem Schreiben vom 09.08.2016 [2.2.6] mitgeteilt (als Anhang D beigelegt). In der Anlage 3.3 sind die entsprechenden Äquipotentiallinien dargestellt. Vereinfacht kann von einem horizontalen Wasserstand auf NN + 2,1 m ausgegangen werden.

8.4 Kühlhauskaje - Westseite

Die Wasserdruckverhältnisse für die Kühlhauskaje – Westseite (Schnitt II-II, Anlage 1.2.1) hatten wir mit unserem Schreiben vom 09.08.2016 [2.2.7] übermittelt (als Anhang E beigelegt). Für diesen Kajenabschnitt kann hier kein einheitlicher Wasserstand angegeben werden, weil dieser von der Entfernung von der nördlichen Kaje abhängt. In unserem o. g. Schreiben haben wir folgende Ansätze empfohlen:

In der Spundwandstatik kann bei Anwendung des Programms Retain mit ausreichender Genauigkeit von den folgenden horizontalen Wasserständen ausgegangen werden:

Entfernung 10 m	Wasserstand auf NN + 2,1 m
Entfernung 20 m	Wasserstand auf NN + 2,5 m
Entfernung 30 m	Wasserstand auf NN + 2,7 m
Entfernung 40 m	Wasserstand auf NN + 2,7 m
Entfernung 50 m	Wasserstand auf NN + 2,6 m
Entfernung 60 m	Wasserstand auf NN + 2,5 m
Entfernung 70 m	Wasserstand auf NN + 2,3 m
Entfernung 80 m	Wasserstand auf NN + 2,2 m
Entfernung 90 m	Wasserstand auf NN + 2,1 m
Entfernung 100 m	Wasserstand auf NN + 2,1 m
Entfernung 110 m	Wasserstand auf NN + 2,1 m

9 Schlussbemerkungen und Hinweise zur Verwendung der Ergebnisse

Der vorliegende Bericht dokumentiert die von uns durchgeführten Ermittlungen der Wasserdruckverhältnisse, die sich nach Überflutung der Kaje einstellen.

Die mit diesem Programm ermittelten Äquipotentialnetze haben wir anschließend in ein anderes Programm übertragen, mit dem die Wasserdruck- und Erddruckverhältnisse

unter Berücksichtigung der über den Querschnitt und Tiefe unterschiedlichen Wasserdruck- und Strömungsverhältnisse ermittelt werden können.

Diese Ergebnisse haben wir dann an bremenports weitergeleitet, die ihr Spundwandprogramm entsprechend angepasst haben.

Bezüglich dieser Abstimmungsarbeiten werden wir kurzfristig ein gesondertes Gutachten vorlegen.

Prof. Dr.-Ing. Victor Rizkallah
+ Partner Ingenieures. mbH

Ansprechpartner:
Dipl.-Ing. Stefan Janus

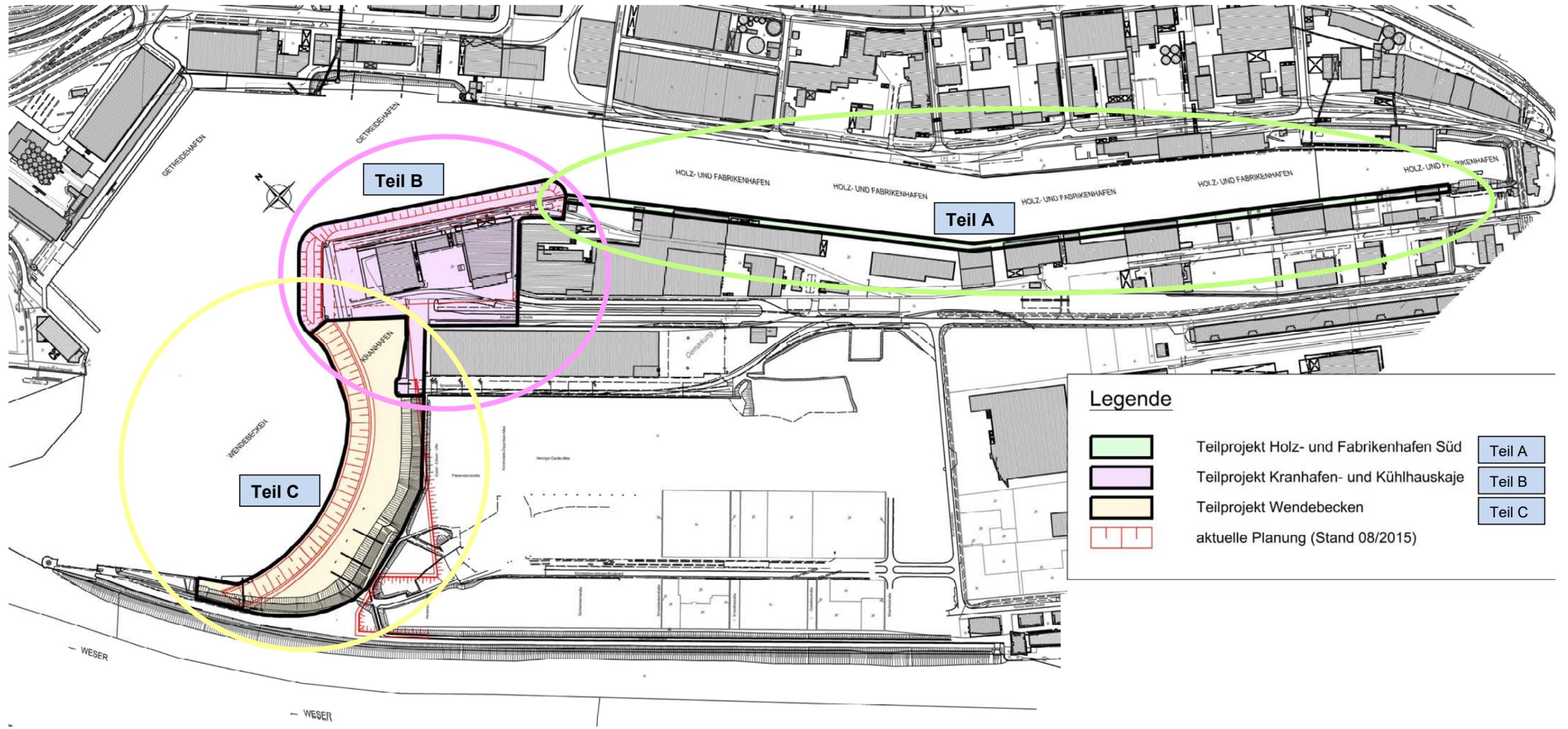
i. A. H. Janus i. A. M. Piele

Diese gutachtliche Stellungnahme enthält 1 Deckblatt, 1 Inhaltsverzeichnis, 8 Textseiten, 7 Seiten als Anlagen und die Anhänge A bis E.

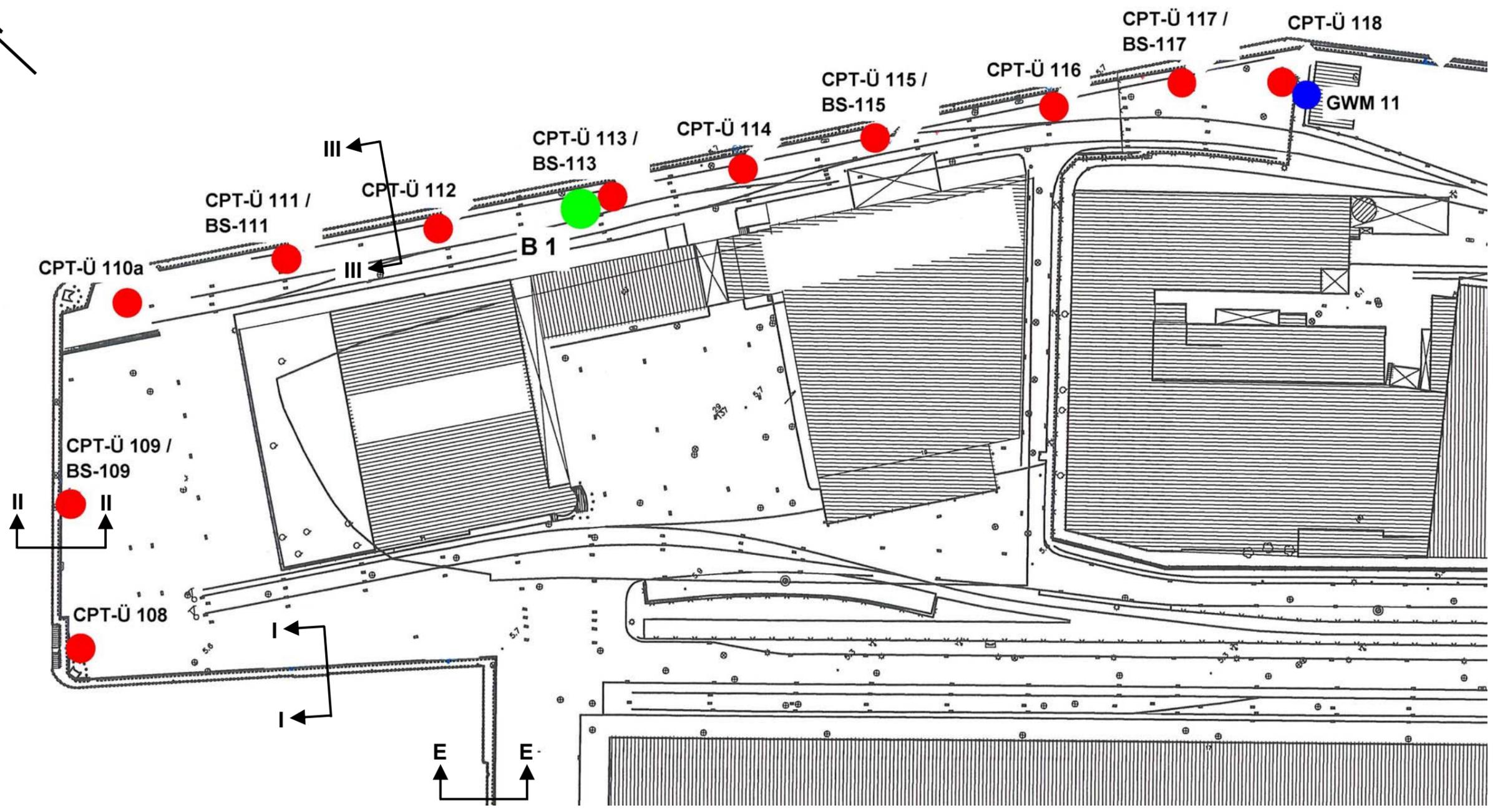
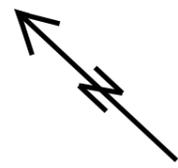
Verteiler:

2 x Wirtschaftsförderung Bremen GmbH

1 x Akte



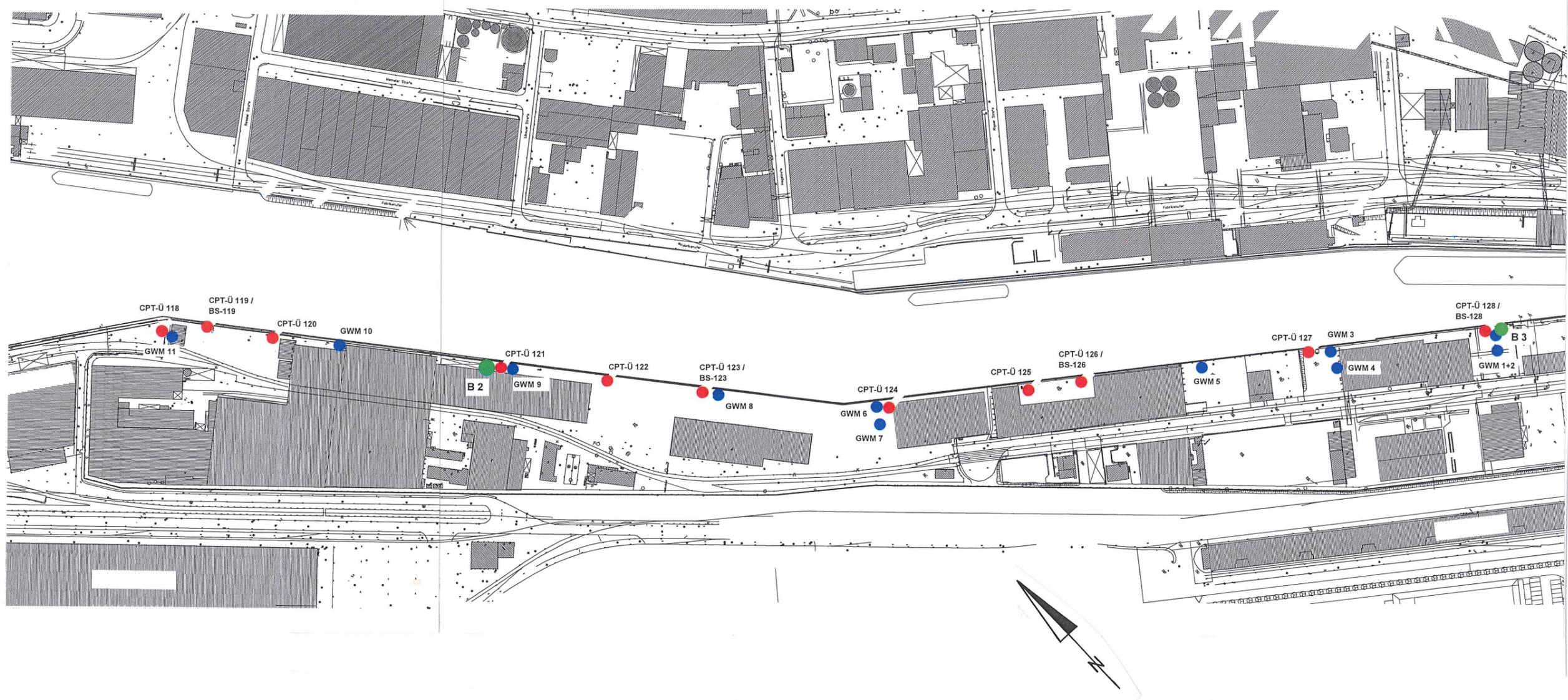
<p>RI+P Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah + Partner GmbH Herrenhäuser Kirchweg 19 30167 Hannover Telefon (0511) 708875 Telefax (0511) 708800</p>	<p>WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH Kaje Holz- und Fabrikenhafen</p>	
	<p>Übersichtslageplan mit den Bereichen der Teilprojekte</p>	
	<p>Projekt-Nr.: 1917-2015GU4</p>	<p>Anlagen-Nr.: 1.1</p>



- **B** Bohrung, durchgeführt von der Vulhop + Becker GmbH Co. KG, Rastede im Februar 2016
- **BS** Kleinbohrung, durchgeführt von der Wopsweder Baugrund GmbH, Nienburg im Jahr 2010
- **CPT** Drucksondierung, durchgeführt von der Fugro Consult GmbH, Lilienthal im Jahr 2010
- **GWM** Grundwassermessstelle

RI+P
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
 + Partner GmbH
 Herrenhäuser Kirchweg 19
 30167 Hannover
 Telefon (0511) 708875
 Telefax (0511) 708800

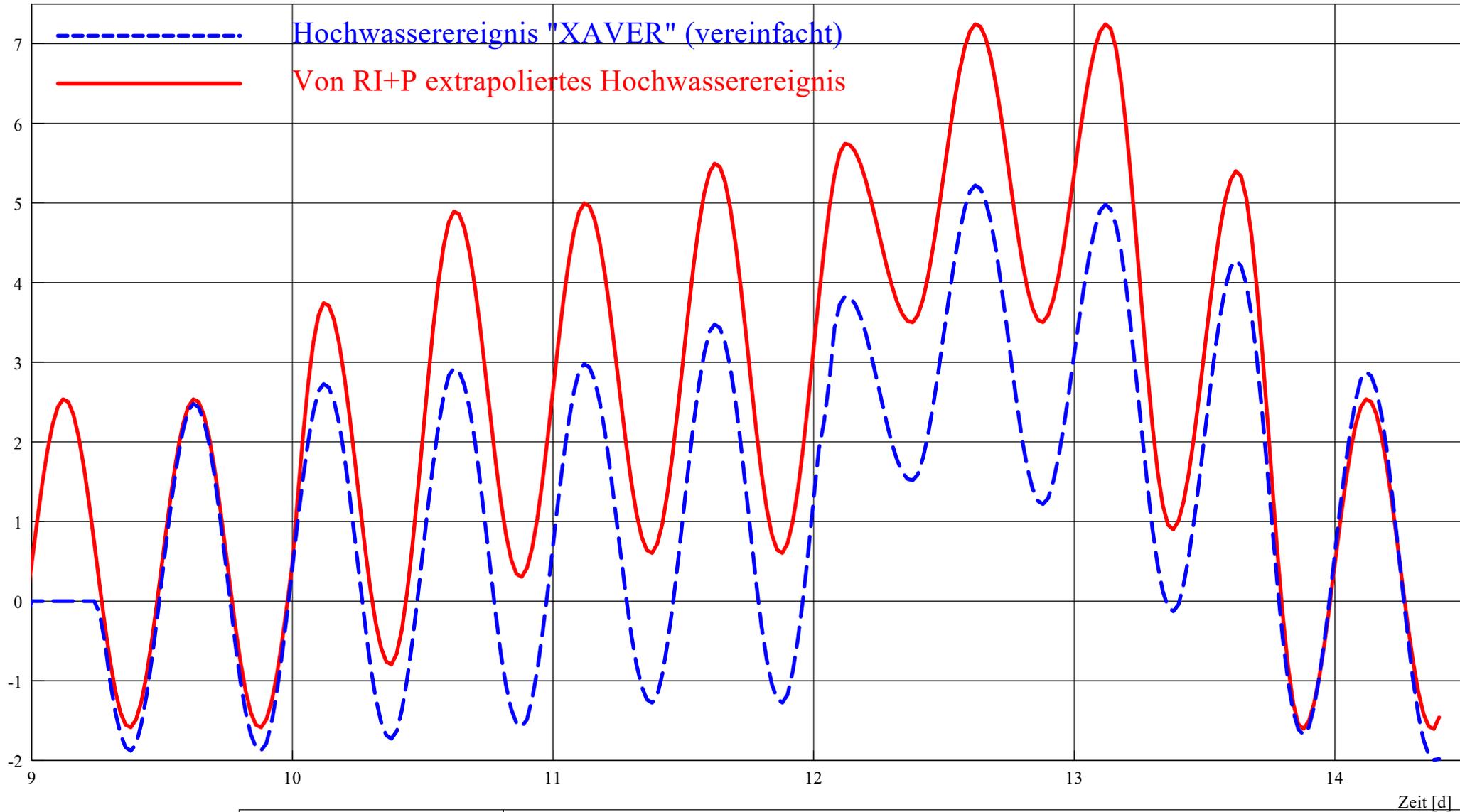
WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH	
Kaje Holz- und Fabrikenhafen	
Lageplan mit Lage der Grundwassermessstelle GWM 11 und der Schnitte sowie der Baugrunderkundungen	
Projekt-Nr.: 1917-2015GU4	Anlagen-Nr.: 1.2.1



- **B** Bohrung, durchgeführt von der Vulhop + Becker GmbH Co. KG, Rastede im Februar 2016
- **BS** Kleinbohrung, durchgeführt von der Worpweder Baugrund GmbH, Nienburg im Jahr 2010
- **CPT** Drucksondierung, durchgeführt von der Fugro Consult GmbH, Lilienthal im Jahr 2010
- **GWM** Grundwassermessstelle

<p>RI+P</p> <p>Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah + Partner GmbH</p> <p>Herrenhäuser Kirchweg 19 30167 Hannover</p> <p>Telefon (0511) 708875 Telefax (0511) 708800</p>	<p>WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH</p> <p>Kaje Holz- und Fabrikenhafen</p>
<p>Lageplan mit Lage der Grundwassermessstellen GWM 11 bis GWM 1 und der Baugrunderkundungen</p>	
<p>Projekt-Nr.: 1917-2015GU4</p>	<p>Anlagen-Nr.: 1.2.2</p>

Potential [m]



RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

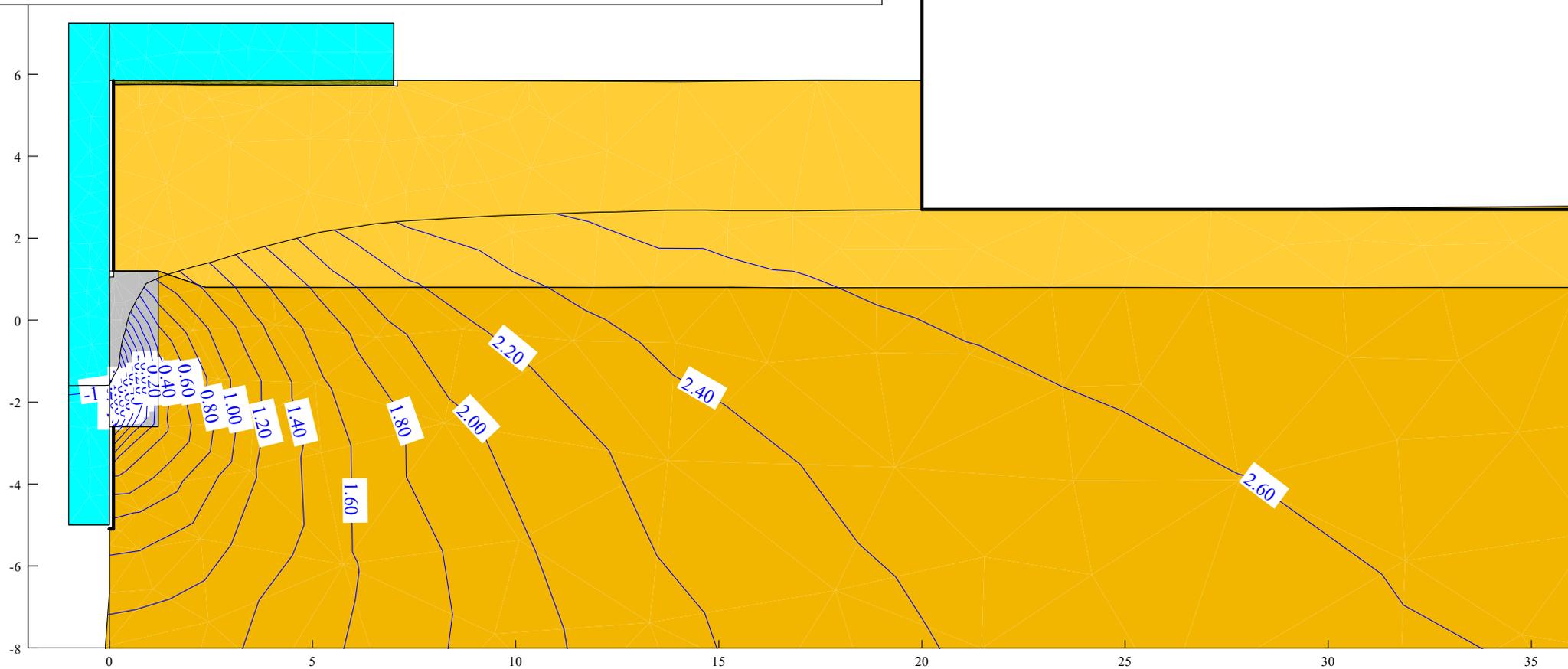
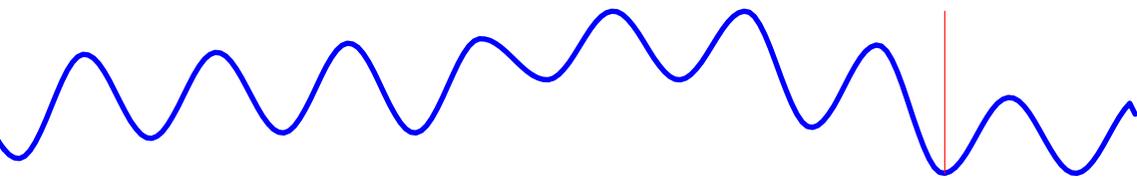
WFB Wirtschaftsförderung **Bremen** GmbH

Holz- und Fabrikenhafen - Ermittlung der Wasserdruckverhältnisse beim Überflutungslastfall

Ableitung des angesetzten Hochwasserereignisses
aus dem Hochwasserereignis "XAVER"

Projekt-Nr.: 1917-2015GU4

Anlagen-Nr.: 2



RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19
30167 Hannover

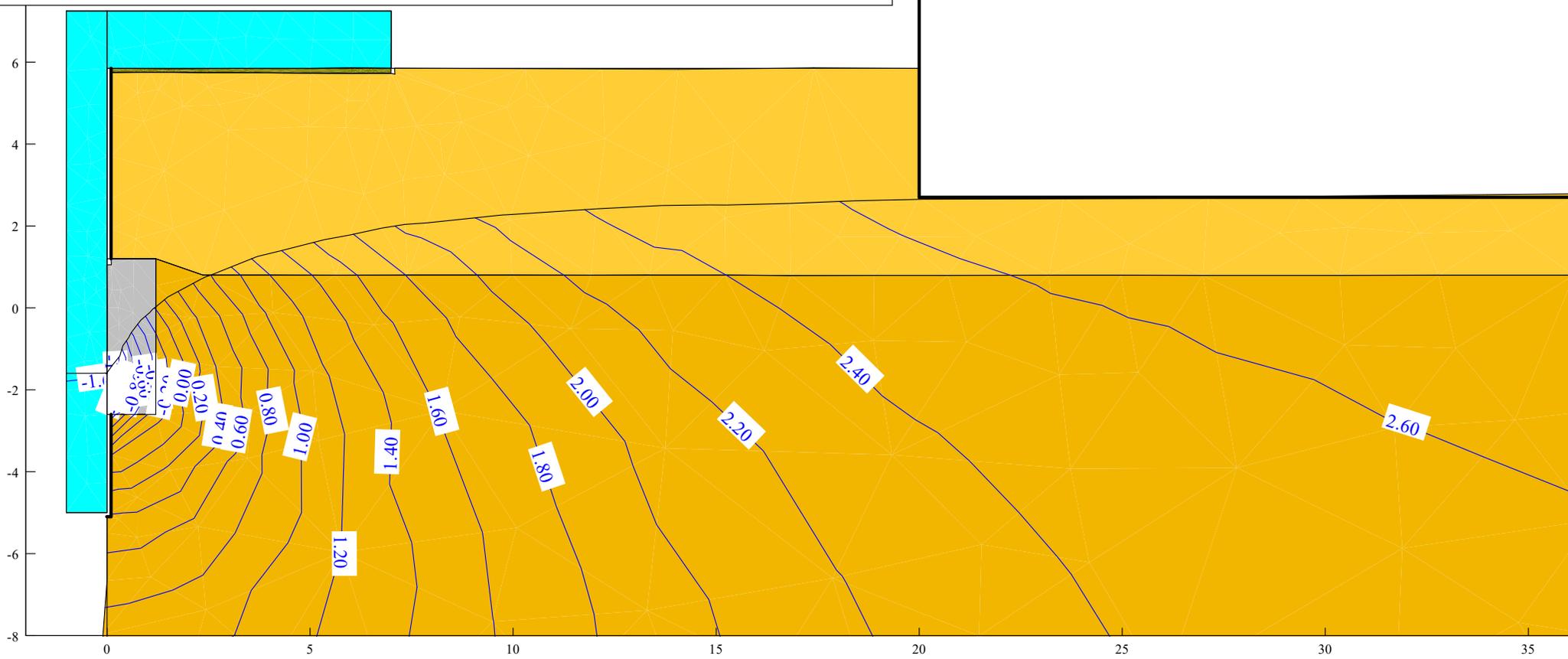
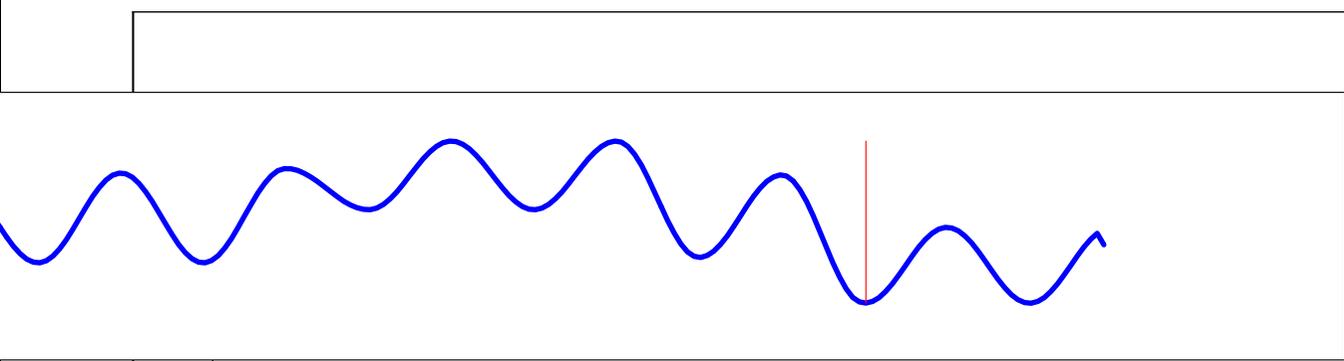
Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

WFB Wirtschaftsförderung **Bremen** GmbH
Kaje Holz- und Fabrikenhafen

Überflutungsereignis westlicher Bereich (GWM 11 bis GWM 6)
(k-Wert Filter: 5×10^{-5} m/s)

Projekt-Nr.: 1917-2015GU4

Anlagen-Nr.: 3.1



RI+P
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
 + Partner GmbH
 Herrenhäuser Kirchweg 19
 30167 Hannover
 Telefon (0511) 708875
 Telefax (0511) 708800

WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH
 Kaje Holz- und Fabrikenhafen

Überflutungsereignis im östlichen Bereich (GWM 5 bis GWM 1)
 (k-Wert Filter: 10^{-4} m/s)

Projekt-Nr.: 1917-2015GU4	Anlagen-Nr.: 3.2
---------------------------	------------------

Zeit = 14.4 Tage
Datei: 1917-2015GU4_An1_33.plw
Isolinien
Potentiale

12
10
8
6
4
2
0
-2

5.86
5.86

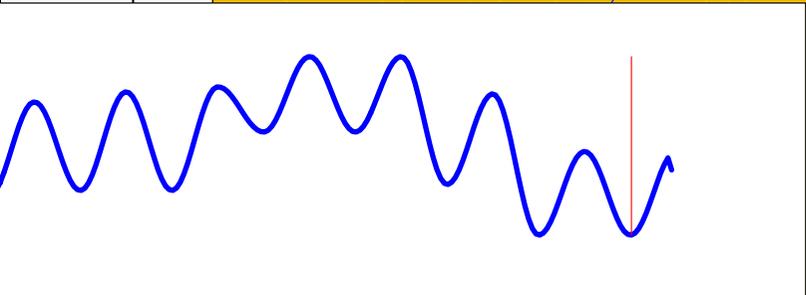
2.16

2.14

2.12

2.10

2.08



-12
-14

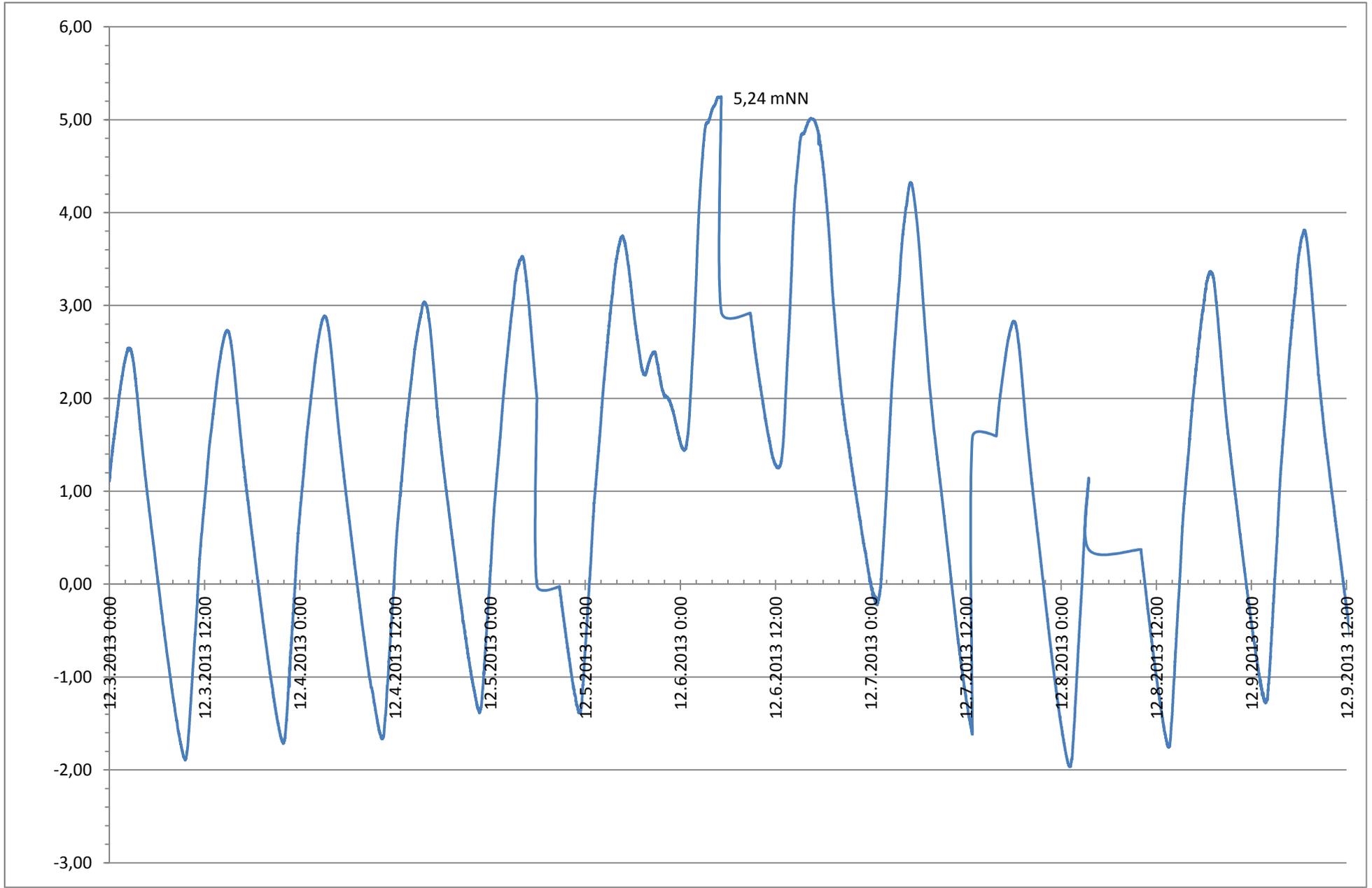
70 80 90 100 110 120

RI+P
Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH
Herrenhäuser Kirchweg 19
30167 Hannover
Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

WFB Wirtschaftsförderung **Bremen** GmbH
Kaje Holz- und Fabrikenhafen
Wasserdruckverhältnisse bei der südlichen Kaje (Schnitt I-I) nach Ablauf der Überflutung
(maßgebend wird das 2. Tideniedrigwasser)
Projekt-Nr.: 1917-2015GU4
Anlagen-Nr.: 3.3

Anhang A

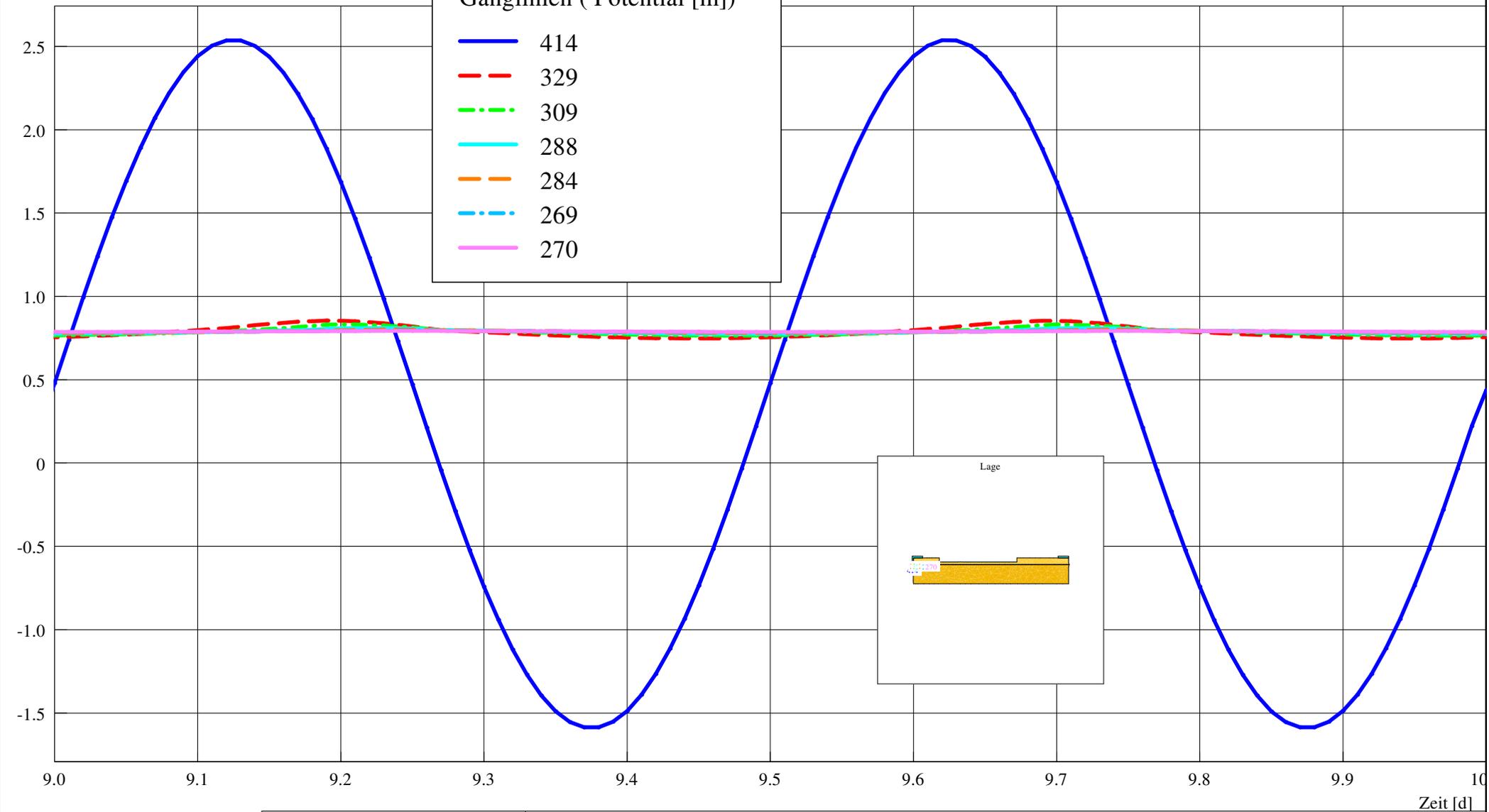
Hochwasserereignis "XAVÉR"



Anhang B

„Wasserdruckverhältnisse bei der Normaltide“,
Variation des k - Wertes des Filtermaterials

Potential [m]



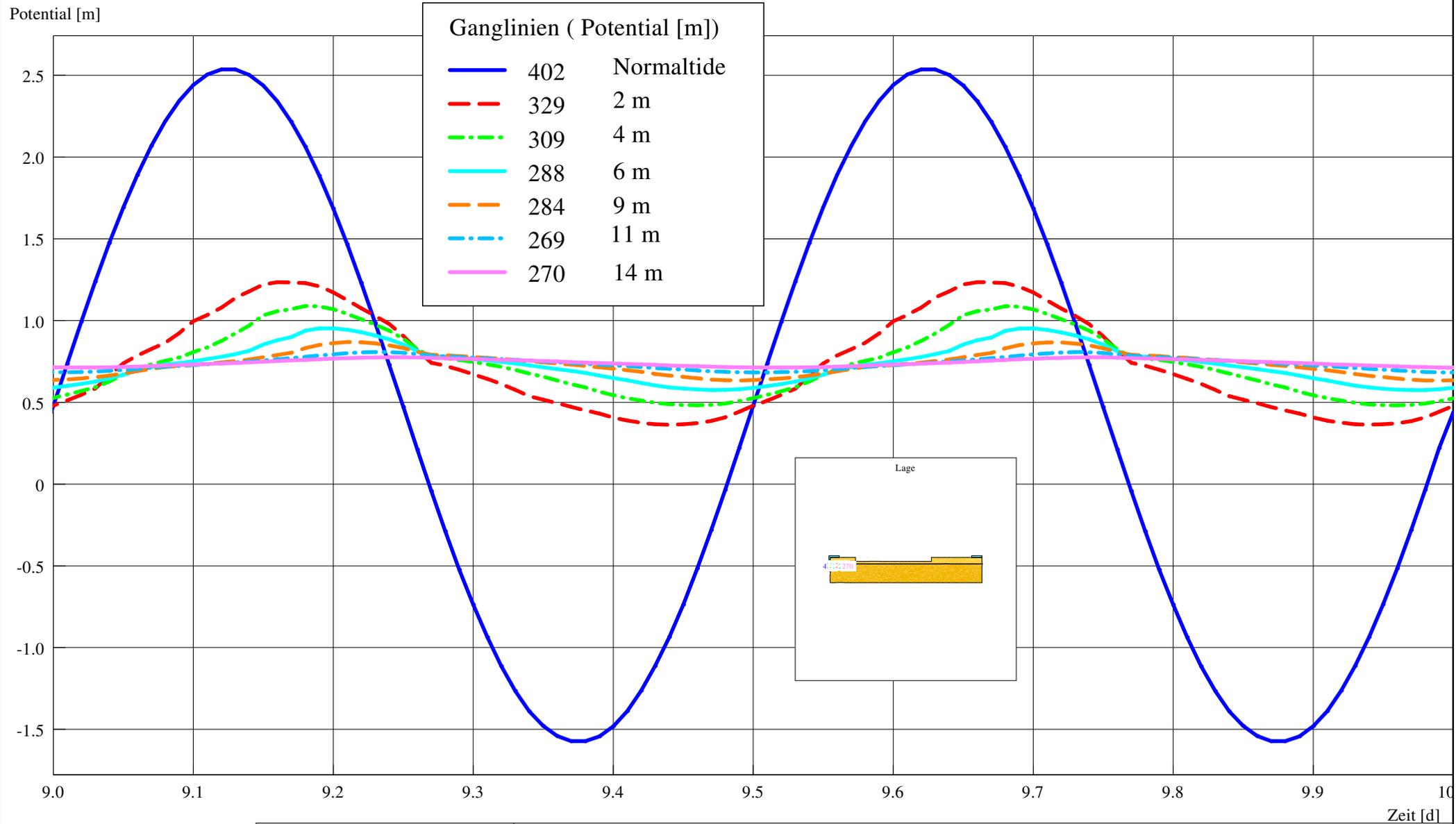
RI+P
Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH
Herrenhäuser Kirchweg 19
30167 Hannover
Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH
Vorhandene Kaje und neue Hochwasserschutzwand beim Kühlhaus

Ermittlung der Wasserstände zwischen nördlicher Kühlhauska je und Kaje beim Wendebecken
k - Wert Filter 10^{-6} m/s --- Normaltide

Projekt-Nr.: 1917-2015

Anlagen-Nr.: ---



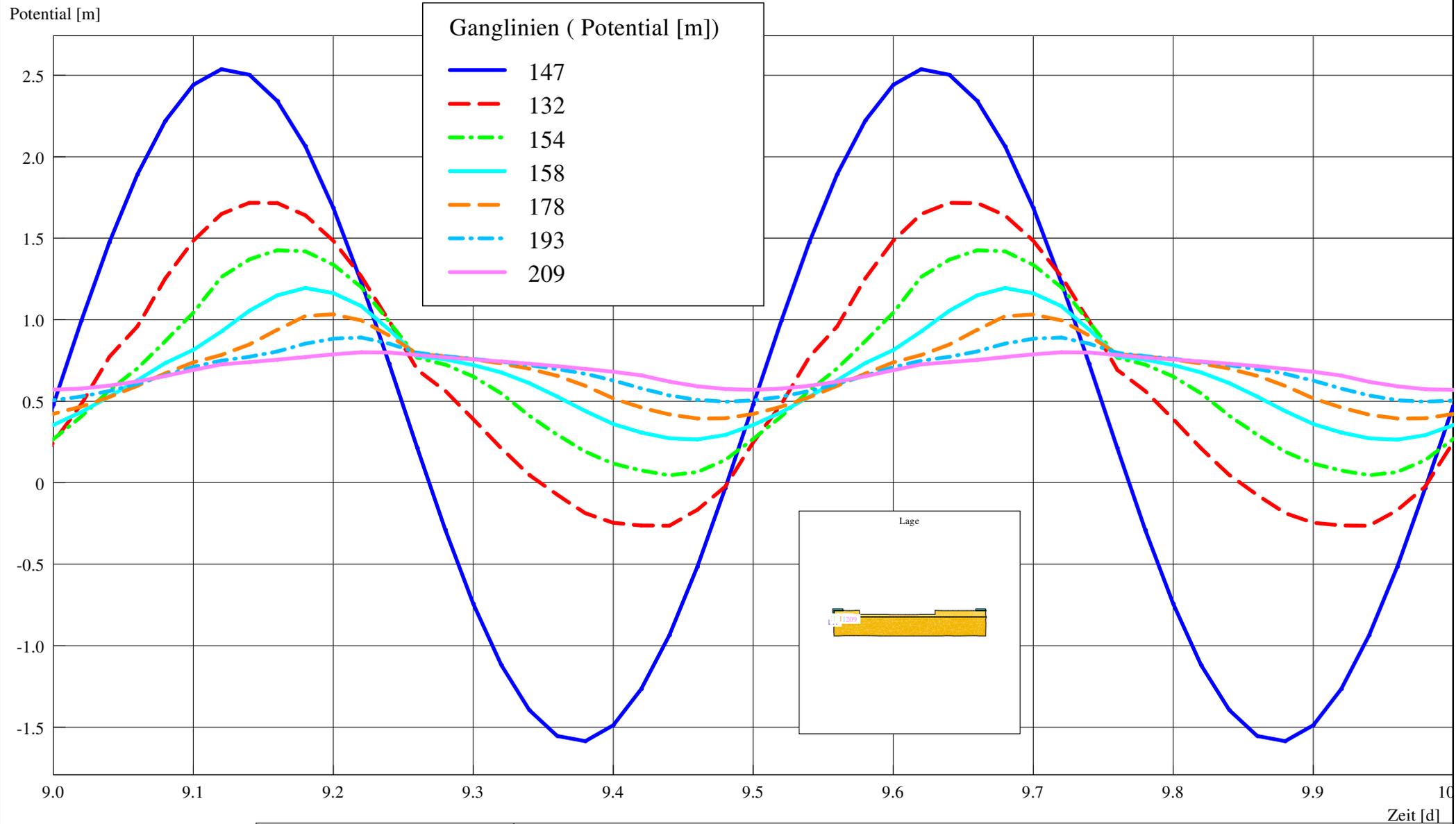
RI+P
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
 + Partner GmbH
 Herrenhäuser Kirchweg 19
 30167 Hannover
 Telefon (0511) 708875
 Telefax (0511) 708800

WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH
 Vorhandene Kaje und neue Hochwasserschutzwand beim Kühlhaus

Ermittlung der Wasserstände zwischen nördlicher Kühlhauska je und Kaje beim Wendebecken
 k - Wert Filter: 10^{-5} m/s --- Entfernung der gemessenenen Punkte = 2 m bis 14 m

Projekt-Nr.: 1917-2015

Anlagen-Nr.: ---



RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19
30167 Hannover

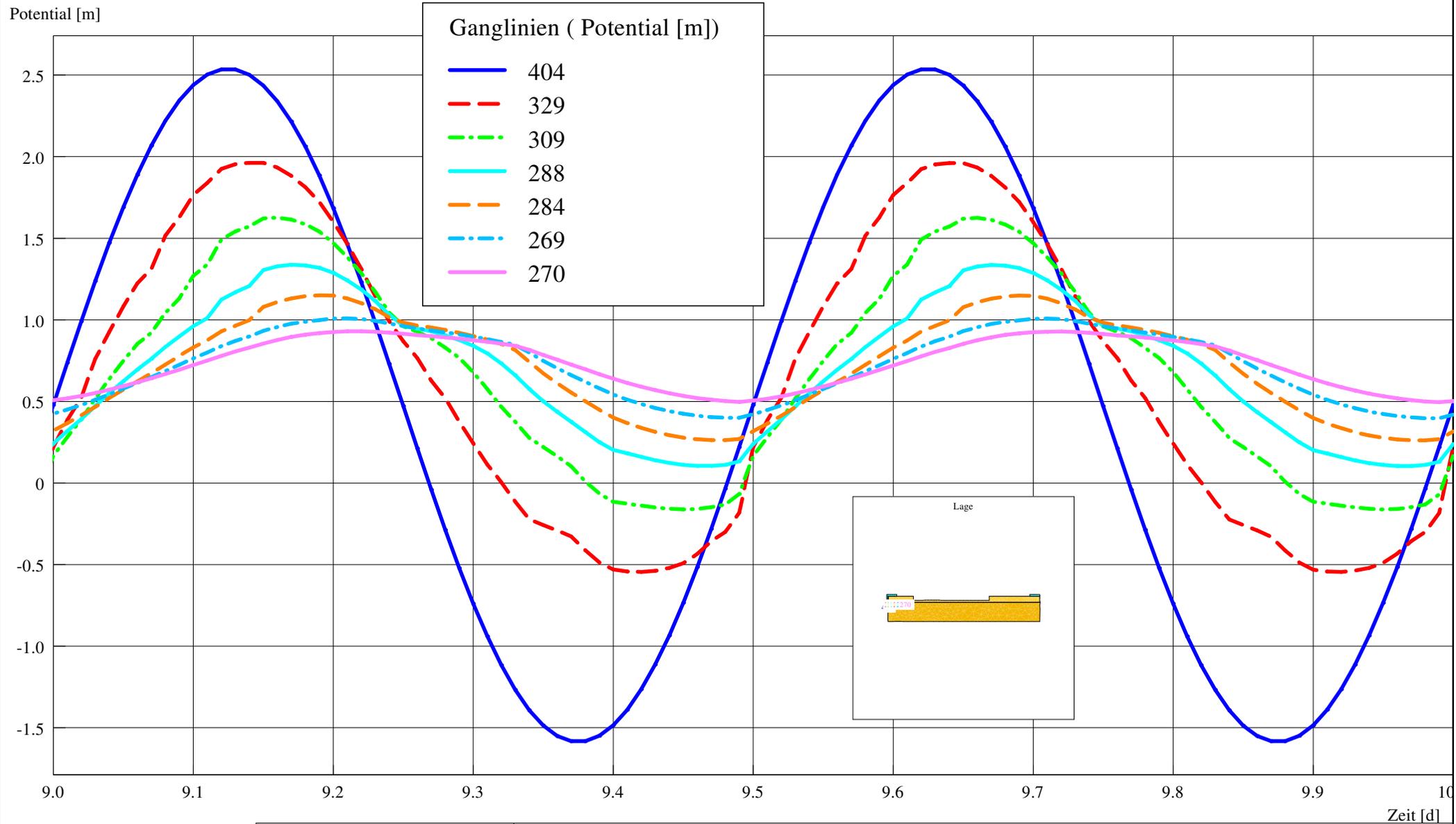
Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH
Vorhandene Kaje und neue Hochwasserschutzwand beim Kühlhaus

Ermittlung der Wasserstände zwischen nördlicher Kühlhauska je und Kaje beim Wendebecken
k-Wert Filter: 5×10^{-5} m/s --- Normaltide

Projekt-Nr.: 1917-2015

Anlagen-Nr.: ---



RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH
Vorhandene Kaje und neue Hochwasserschutzwand beim Kühlhaus

Ermittlung der Wasserstände zwischen nördlicher Kühlhauskaje und Kaje beim Wendebecken
k - Wert Filter : 10^{-4} m/s

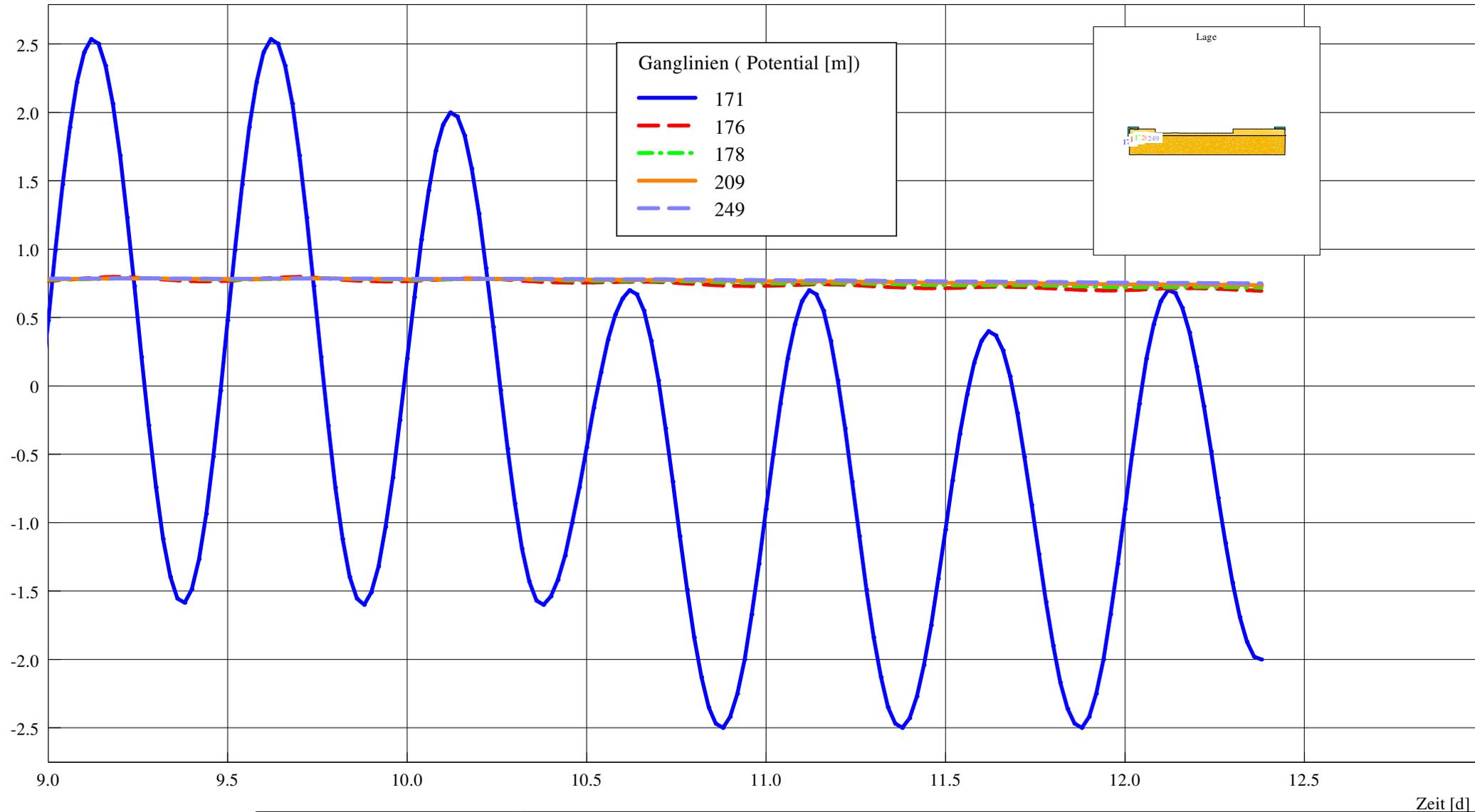
Projekt-Nr.: 1917-2015

Anlagen-Nr.: ---

Anhang C

„Wasserdruckverhältnisse bei einem außergewöhnlichen Niedrigwasser“,
Variation des k - Wertes des Filtermaterials

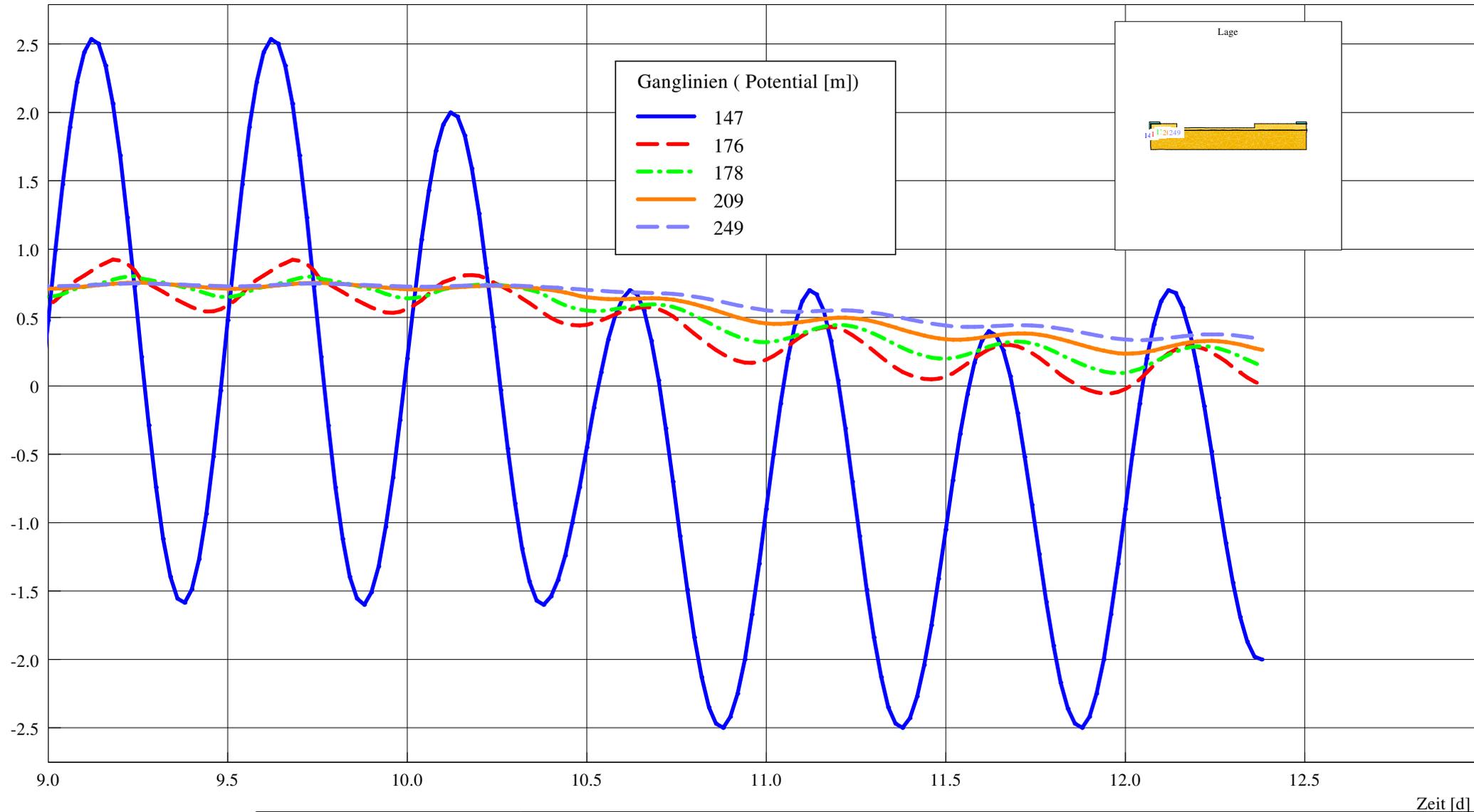
Potential [m]



RI+P
Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH
Herrenhäuser Kirchweg 19
30167 Hannover
Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH
Vorhandene Kaje und neue Hochwasserschutzwand beim Kühlhaus
Ermittlung der Wasserstände zwischen nördlicher Kühlhauska je und Kaje beim Wendebcken
Außergewöhnliches Niedrigwasser --- k-Wert Filter: 10^{-6} m/s
Projekt-Nr.: 1917-2015
Anlagen-Nr.: ---

Potential [m]



RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

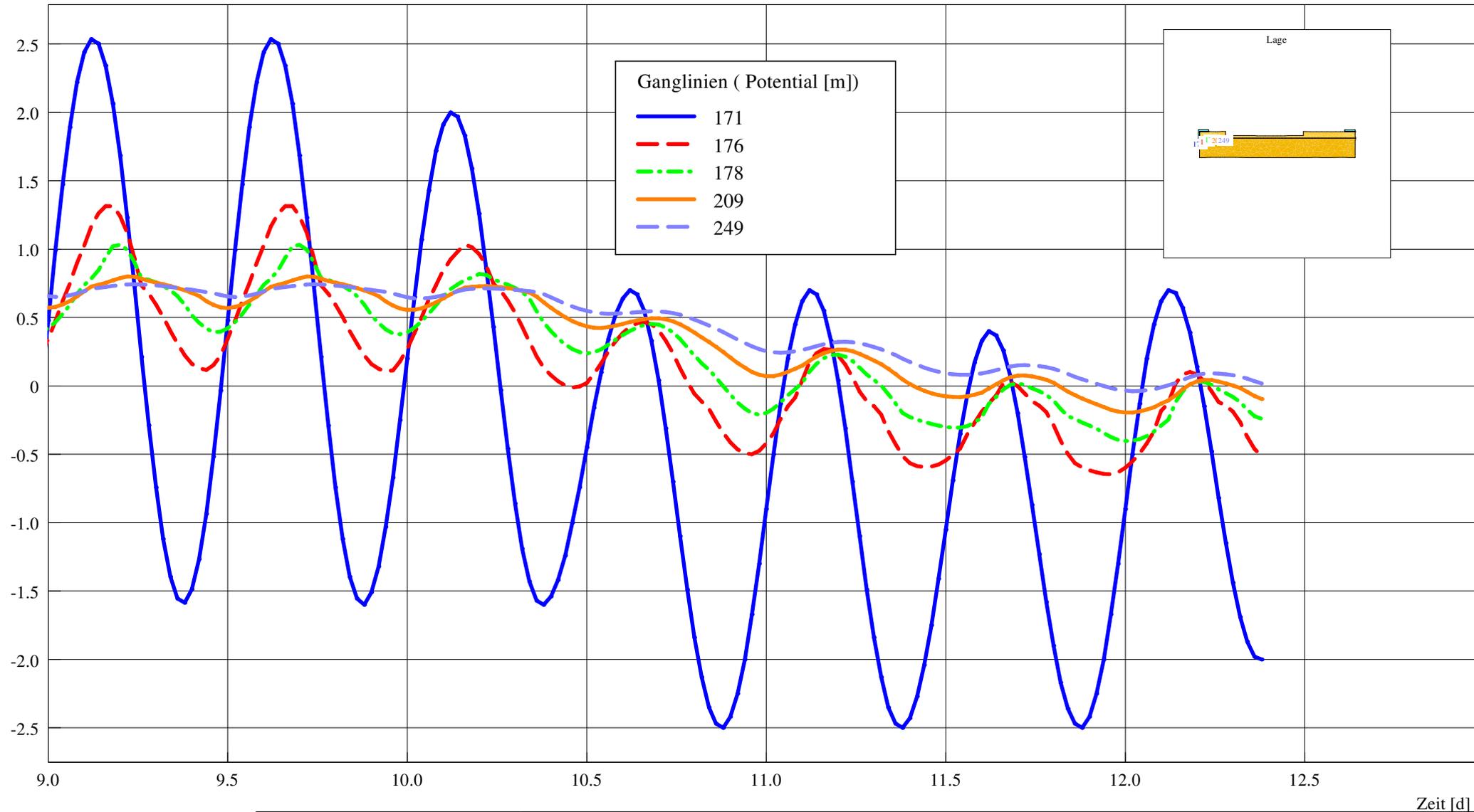
WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH
Vorhandene Kaje und neue Hochwasserschutzwand beim Kühlhaus

Ermittlung der Wasserstände zwischen nördlicher Kühlhauska je und Kaje beim Wendebecken
Außergewöhnliches Niedrigwasser --- k-Wert Filter: 10^{-5} m/s

Projekt-Nr.: 1917-2015

Anlagen-Nr.: ---

Potential [m]



RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

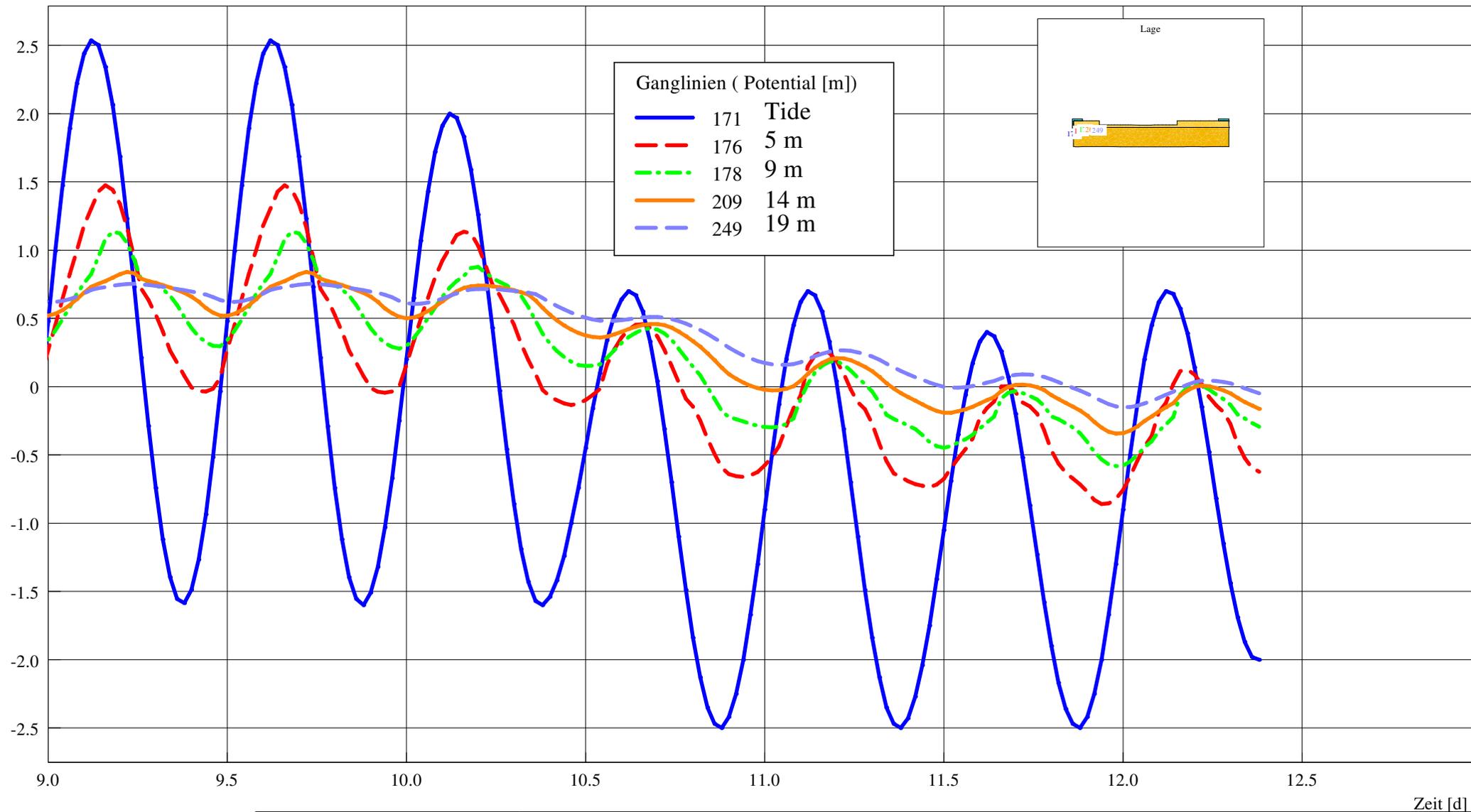
WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH
Vorhandene Kaje und neue Hochwasserschutzwand beim Kühlhaus

Ermittlung der Wasserstände zwischen nördlicher Kühlhauska je und Kaje beim Wendebecken
Außergewöhnliches Niedrigwasser --- k-Wert Filter: 5×10^{-5} m/s

Projekt-Nr.: 1917-2015

Anlagen-Nr.: ---

Potential [m]



RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH
Vorhandene Kaje und neue Hochwasserschutzwand beim Kühlhaus

Ermittlung der Wasserstände zwischen nördlicher Kühlhauska je und Kaje beim Wendebcken
Außergewöhnliches Niedrigwasser --- k-Wert Filter: 10^{-4} m/s

Projekt-Nr.: 1917-2015

Anlagen-Nr.: ---

Anhang D

1917-2015BR1, Kühlhauskaje – Südseite, „Wasserdruckverhältnisse nach Überflutung der Kaje beim Querschnitt I - I“ vom 09.08.2016

PROF. DR.-ING. VICTOR RIZKALLAH + PARTNER
Ingenieurgesellschaft mbH, Beratende Ingenieure für Erd- und Grundbau
Herrenhäuser Kirchweg 19 · D-30167 Hannover

Erd- und Grundbau · Spezialtiefbau
Hafenbau · Damm- und Deponiebau
Beweissicherungen · Erdbaulabor

Telefon (0511) 70 88 75
Telefax (0511) 70 88 00
Prof.Rizkallah@t-online.de
info@rizkallah.de

RI+P Prof. Rizkallah + Partner · Herrenhäuser Kirchweg 19 · 30167 Hannover

bremenports GmbH & Co. KG
- Ingenieurbau -
Dipl.-Ing. Bastian Borchers
Am Strom 2

wissenschaftliche Berater/Partner:
Prof. Dr.-Ing. Werner Richwien
Prof. Dr.-Ing. Martin Achmus
Prof. Dr.-Ing. Victor Rizkallah

27568 Bremerhaven

Ihre Zeichen Borchers	Ihre Nachricht vom 04.08.2016	Unser Zeichen 1917-2015BR1	Datum 09.08.2016
--------------------------	----------------------------------	-------------------------------	---------------------

Betr.: **Überseestadt Bremen - Holz- und Fabrikenhafen - Kühlhauskaje - Südseite**
hier: Wasserdruckverhältnisse nach Überflutung der Kaje beim Querschnitt I - I

Bezug: Unser heutiges Telefongespräch, e-mail bremenports vom 04.08.2016

Sehr geehrter Herr Borchers,

für Ihre erdstatischen Berechnungen der Spundwandkaje im südlichen Abschnitt (Schnitt I-I) benötigen Sie die Wasserdruckverhältnisse nach dem Eintreten des Überflutungsereignisses.

Unsere Ihnen bisherigen übermittelten Untersuchungsergebnisse enthalten jedoch nur die Angaben für den nördlichen Kajenabschnitt (Schnitt III-III).

Wir haben deshalb die Wasserdruckverhältnisse für den Bereich des Querschnittes I-I ergänzend ermittelt. In der Anlage 1 sind die entsprechenden Äquipotentiallinien für den maßgebenden Zeitpunkt dargestellt.

In der Spundwandstatik kann bei Anwendung des Programms Retain mit ausreichender Genauigkeit von einem horizontalen Wasserstand auf NN + 2,1 m ausgegangen werden.

GF: Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.- Ing. Sami Rizkallah

Firmensitz: 30167 Hannover
Amtsgericht Hannover HRB 0437
UST-ID: DE 11 56 78 135

Sparkasse Hannover
Konto 39 39 (BLZ 250 501 80)
BIC: SPKHDE2HXXX • IBAN: DE67 2505 0180 0000 0039 39

Im Anhang A haben wir zum besseren Verständnis die Entwicklung der Wasserdruckverhältnisse beim Überflutungsereignis dargestellt.

Mit freundlichen Grüßen

Prof. Dr.-Ing. Victor Rizkallah
+ Partner Ingenieures. mbH

Ansprechpartner:
Dipl.-Ing. Stefan Janus

i. A. H. Janus i. A. M. Piele

Anlage: 1

Anhang: A

Verteiler: (nur per e-mail)

Wirtschaftsförderung Bremen GmbH,
bremenports GmbH & Co. KG,
bremenports GmbH & Co. KG,

Frau Nicole Raming
Dipl.-Ing. Bastian Borchers
Dipl.-Ing. Wolfgang Grefe

12
10
8
6
4
2
0
-2

Zeit = 14.4 Tage
Datei: Schnitt I - I nach HHThw.plw
Isolinien
Potentiale

5.86
5.86

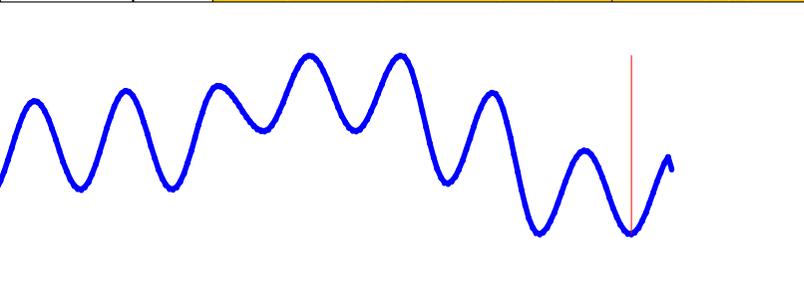
2.08

2.16

2.14

2.12

2.10



-12
-14
70
80
90
100
110
120

RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

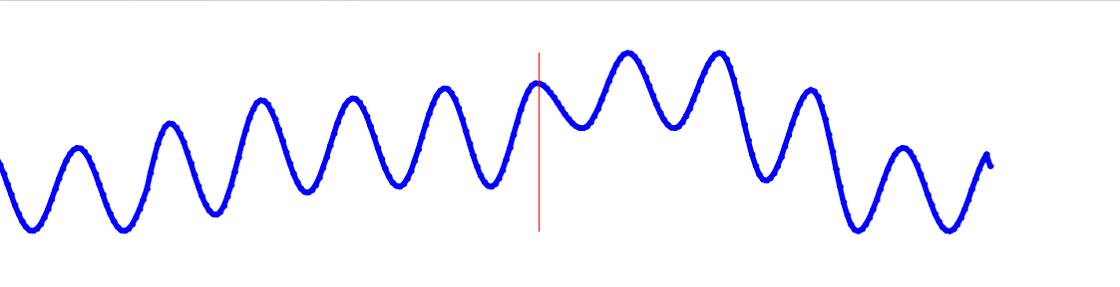
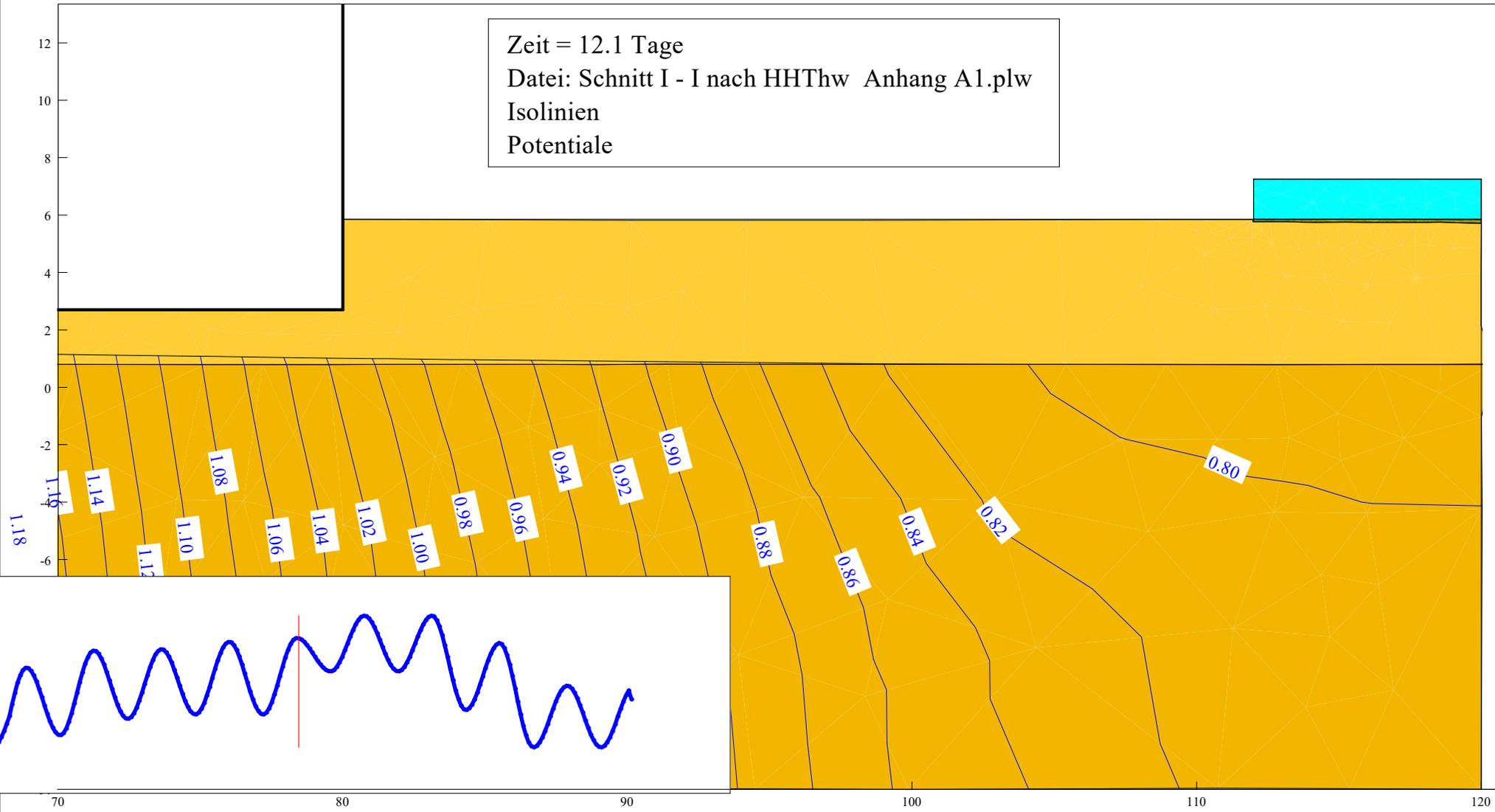
WFB Wirtschaftsförderung **Bremen** GmbH
Vorhandene Kaje und neue Hochwasserschutzwand beim Kühlhaus

Wasserdruckverhältnisse bei der südlichen Kaje (Schnitt I-I) nach Ablauf der Überflutung
(maßgebend wird das 2. Tideniedrigwasser)

Projekt-Nr.: 1917-2015BR1

Anlagen-Nr.: 1

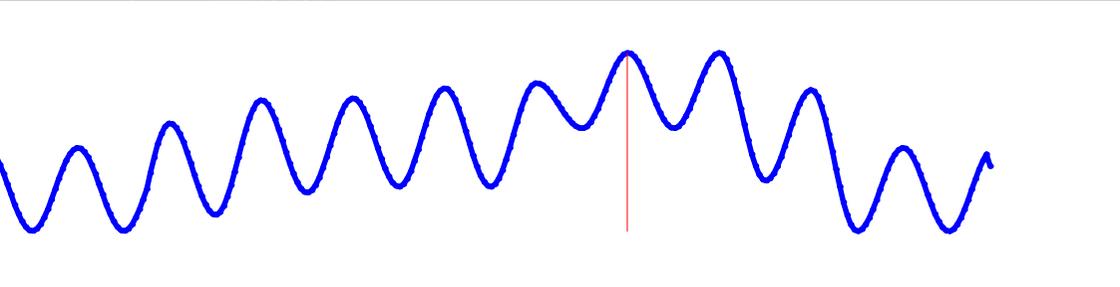
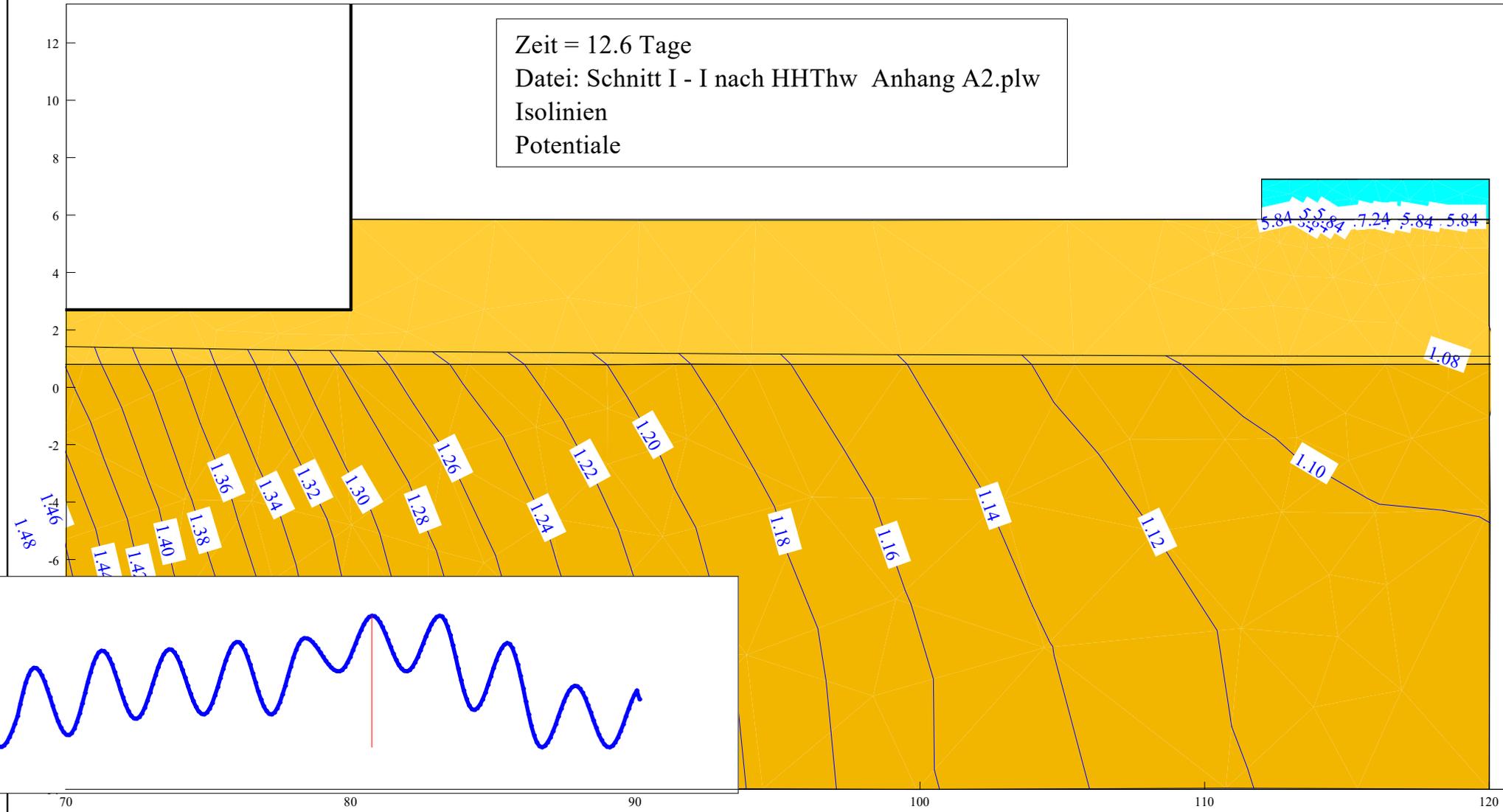
Zeit = 12.1 Tage
 Datei: Schnitt I - I nach HHThw Anhang A1.plw
 Isolinien
 Potentiale



RI+P
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
 + Partner GmbH
 Herrenhäuser Kirchweg 19
 30167 Hannover
 Telefon (0511) 708875
 Telefax (0511) 708800

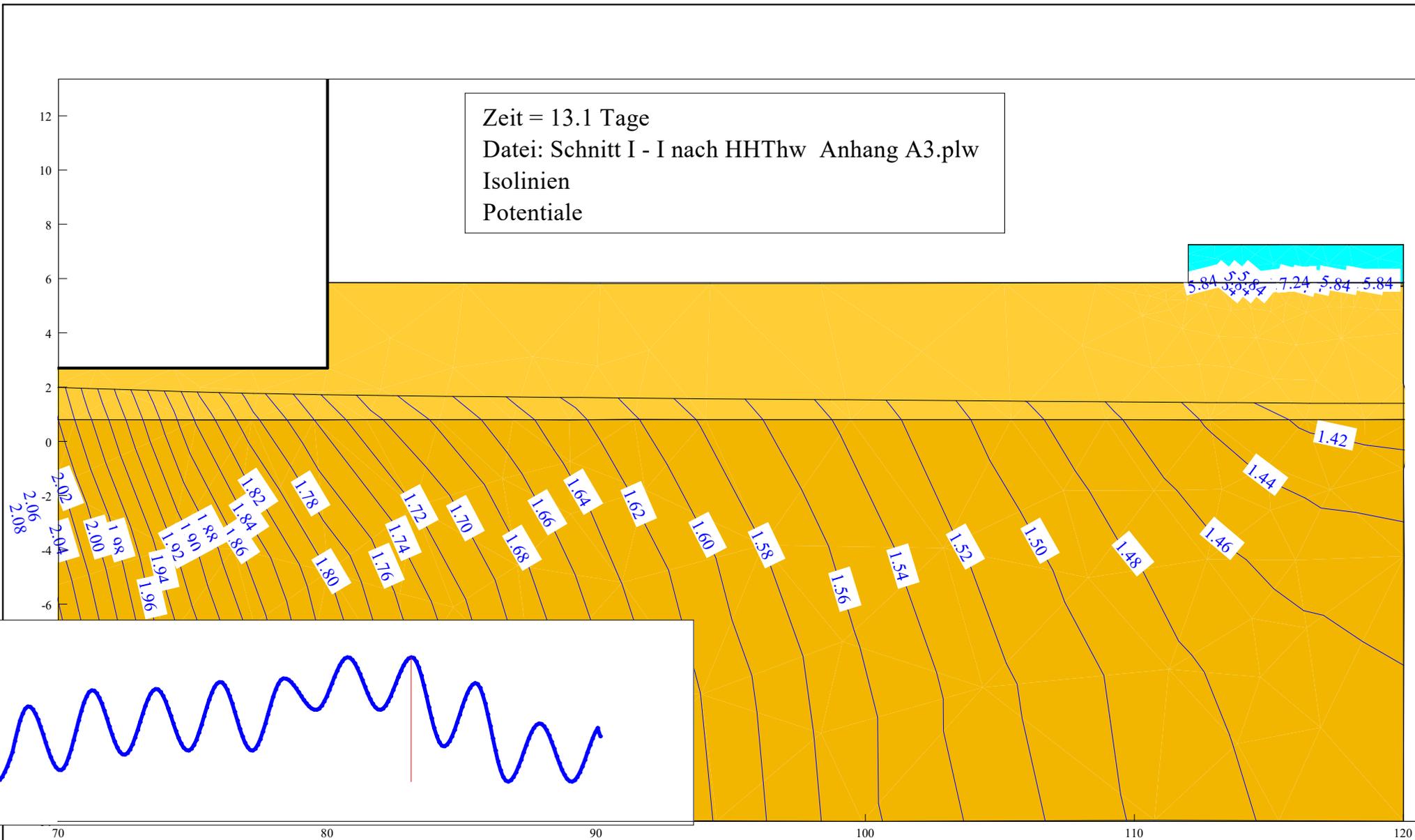
WFB Wirtschaftsförderung **Bremen** GmbH
 Vorhandene Kaje und neue Hochwasserschutzwand beim Kühlhaus
 Wasserdruckentwicklung bei der südlichen Kaje (Schnitt I-I) bei und nach Ablauf der Überflutung
 Projekt-Nr.: 1917-2015BR1
 Anhang A1

Zeit = 12.6 Tage
 Datei: Schnitt I - I nach HHThw Anhang A2.plw
 Isolinien
 Potentiale



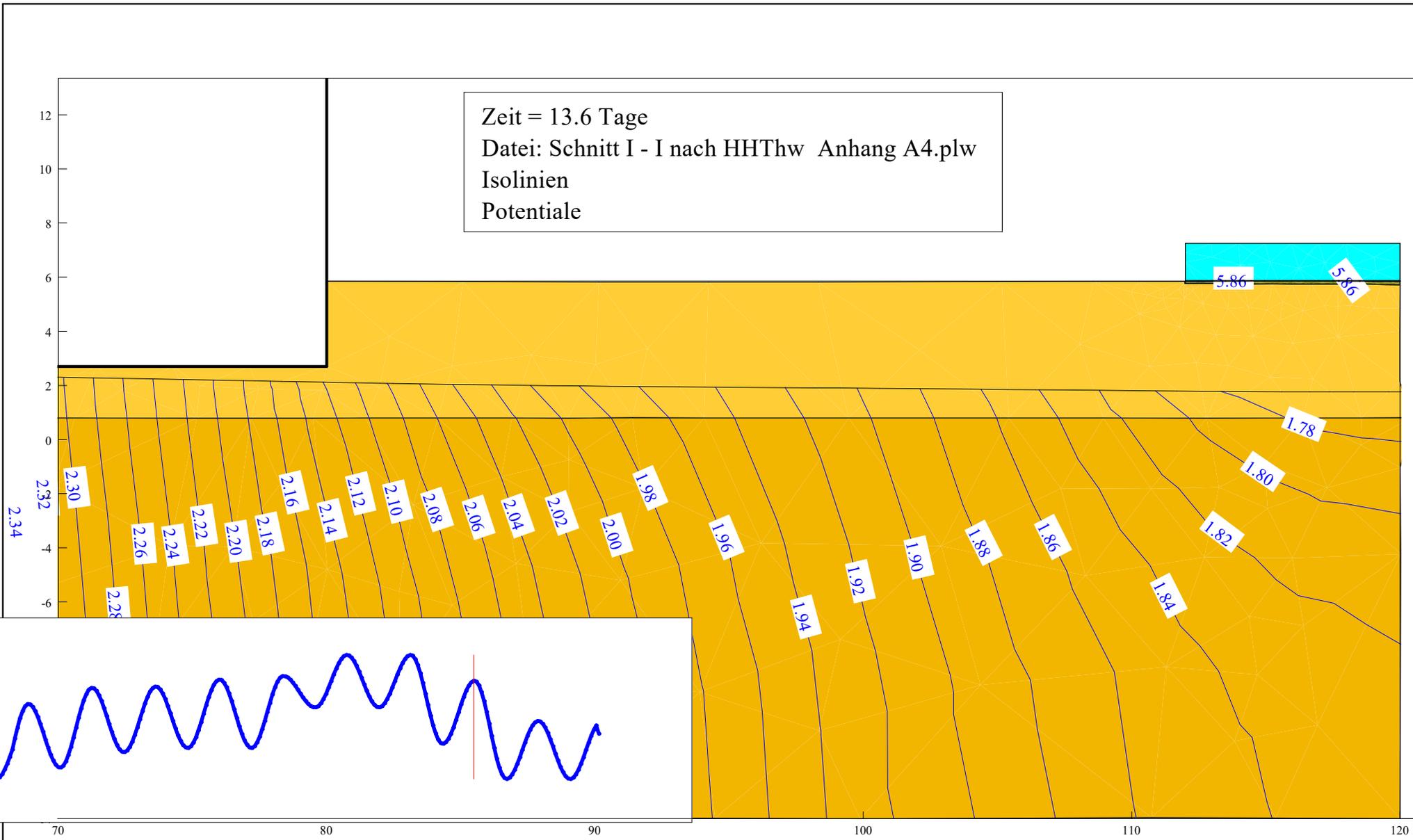
RI+P
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
 + Partner GmbH
 Herrenhäuser Kirchweg 19
 30167 Hannover
 Telefon (0511) 708875
 Telefax (0511) 708800

WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH
 Vorhandene Kaje und neue Hochwasserschutzwand beim Kühlhaus
 Wasserdruckentwicklung bei der südlichen Kaje (Schnitt I-I) bei und nach Ablauf der Überflutung
 Projekt-Nr.: 1917-2015BR1
 Anhang A2



RI+P
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
 + Partner GmbH
 Herrenhäuser Kirchweg 19
 30167 Hannover
 Telefon (0511) 708875
 Telefax (0511) 708800

WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH
 Vorhandene Kaje und neue Hochwasserschutzwand beim Kühlhaus
 Wasserdruckentwicklung bei der südlichen Kaje (Schnitt I-I) bei und nach Ablauf der Überflutung
 Projekt-Nr.: 1917-2015BR1
 Anhang A3

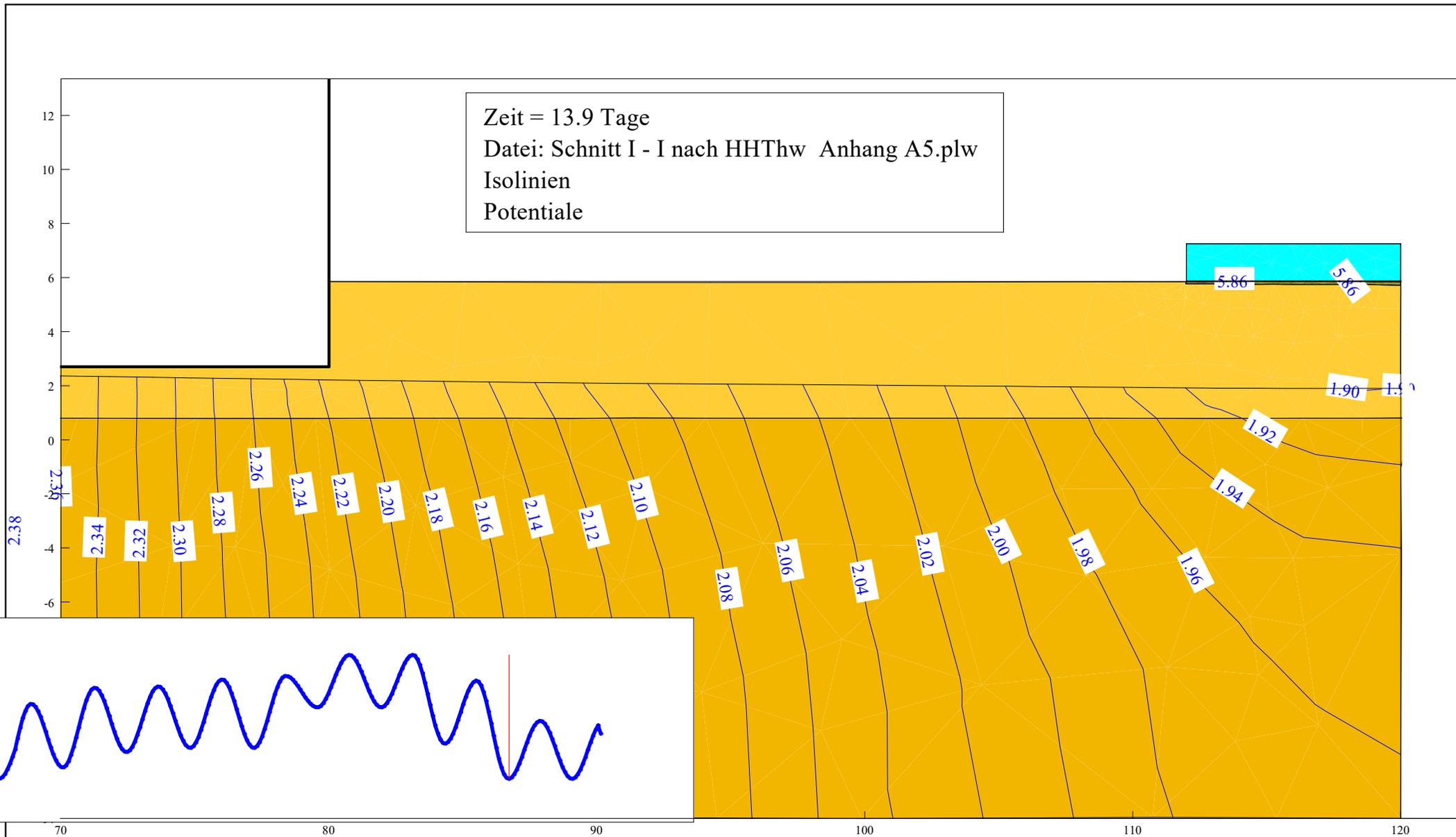


RI+P
 Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
 + Partner GmbH
 Herrenhäuser Kirchweg 19
 30167 Hannover
 Telefon (0511) 708875
 Telefax (0511) 708800

WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH
 Vorhandene Kaje und neue Hochwasserschutzwand beim Kühlhaus
 Wasserdruckentwicklung bei der südlichen Kaje (Schnitt I-I) bei und nach Ablauf der Überflutung

Projekt-Nr.: 1917-2015BR1

Anhang A4



RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
 + Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19
 30167 Hannover

Telefon (0511) 708875
 Telefax (0511) 708800

WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH
 Vorhandene Kaje und neue Hochwasserschutzwand beim Kühlhaus

Wasserdruckentwicklung bei der südlichen Kaje (Schnitt I-I) bei und nach Ablauf der Überflutung

Projekt-Nr.: 1917-2015BR1

Anhang A5

12
10
8
6
4
2
0
-2
-4
-6

Zeit = 14.4 Tage
Datei: Schnitt I - I nach HHThw Anhang A6.plw
Isolinien
Potentiale

5.86
5.86

2.18

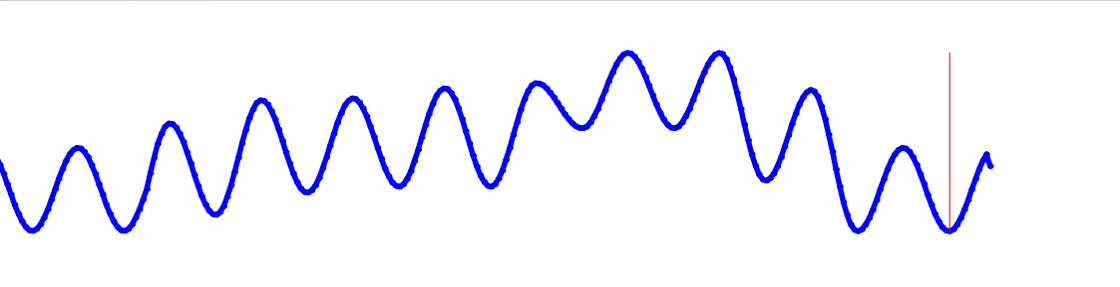
2.16

2.14

2.12

2.10

2.08



70 80 90 100 110 120

RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

WFB Wirtschaftsförderung **Bremen** GmbH
Vorhandene Kaje und neue Hochwasserschutzwand beim Kühlhaus

Wasserdruckentwicklung bei der südlichen Kaje (Schnitt I-I) bei und nach Ablauf der Überflutung

Projekt-Nr.: 1917-2015BR1

Anhang A6

Anhang E

1917-2015BR2, Kühlhauskaje – Westseite, „Wasserdruckverhältnisse
nach Überflutung der Kaje bei der westlichen Spundwand
(Querschnitt II – II)“ vom 09.08.2016

PROF. DR.-ING. VICTOR RIZKALLAH + PARTNER
Ingenieurgesellschaft mbH, Beratende Ingenieure für Erd- und Grundbau
Herrenhäuser Kirchweg 19 · D-30167 Hannover

Erd- und Grundbau · Spezialtiefbau
Hafenbau · Damm- und Deponiebau
Beweissicherungen · Erdbaulabor

Telefon (0511) 70 88 75
Telefax (0511) 70 88 00
Prof.Rizkallah@f-online.de
info@rizkallah.de

RI+P Prof. Rizkallah + Partner · Herrenhäuser Kirchweg 19 · 30167 Hannover

bremenports GmbH & Co. KG
- Ingenieurbau -
Dipl.-Ing. Bastian Borchers
Am Strom 2

wissenschaftliche Berater/Partner:
Prof. Dr.-Ing. Werner Richwien
Prof. Dr.-Ing. Martin Achmus
Prof. Dr.-Ing. Victor Rizkallah

27568 Bremerhaven

Ihre Zeichen
Borchers

Ihre Nachricht vom
04.08.2016

Unser Zeichen
1917-2015BR2

Datum
09.08.2016

Betr.: **Überseestadt Bremen - Holz- und Fabrikenhafen - Kühlhauskaje - Westseite**
hier: Wasserdruckverhältnisse nach Überflutung der Kaje bei der westlichen
Spundwand (Querschnitt II - II)

Bezug: Unser heutiges Telefongespräch, e-mail bremenports vom 04.08.2016

Sehr geehrter Herr Borchers,

für Ihre erdstatischen Berechnungen der Spundwandkaje im westlichen Abschnitt (mit dem Schnitt II - II) benötigen Sie die Wasserdruckverhältnisse nach dem Eintreten des Überflutungsereignisses.

Unsere Ihnen bisherigen übermittelten Untersuchungsergebnisse enthalten jedoch nur die Angaben für den nördlichen Kajeabschnitt (Schnitt III - III).

Wir haben deshalb die Wasserdruckverhältnisse für die westliche Spundwandkaje in verschiedenen Abständen zu der nördlichen Spundwandkaje ermittelt.

In den Anlagen 1 bis 11 sind die entsprechenden Ganglinien für die Entfernungen 10 m bis 110 m dargestellt.

Aus diesen Ganglinien kann entnommen werden, dass bis zur Entfernung von 70 m das erste, in größeren Entfernungen das zweite Niedrigwasser für die Belastung der Spundwand maßgebend wird.

GF: Prof. Dr.-Ing. Werner Richwien · Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.- Ing. Sami Rizkallah

Firmensitz: 30167 Hannover
Amtsgericht Hannover HRB 0437
UST-ID: DE 11 56 78 135

Sparkasse Hannover
Konto 39 39 (BLZ 250 501 80)
BIC: SPKHDE2HXXX · IBAN: DE67 2505 0180 0000 0039 39

In der Spundwandstatik kann bei Anwendung des Programms Retain mit ausreichender Genauigkeit von den folgenden horizontalen Wasserständen ausgegangen werden:

Entfernung: 10 m	Wasserstand auf NN + 2,1 m
Entfernung: 20 m	Wasserstand auf NN + 2,5 m
Entfernung: 30 m	Wasserstand auf NN + 2,7 m
Entfernung: 40 m	Wasserstand auf NN + 2,7 m
Entfernung: 50 m	Wasserstand auf NN + 2,6 m
Entfernung: 60 m	Wasserstand auf NN + 2,5 m
Entfernung: 70 m	Wasserstand auf NN + 2,3 m
Entfernung: 80 m	Wasserstand auf NN + 2,2 m
Entfernung: 90 m	Wasserstand auf NN + 2,1 m
Entfernung: 100 m	Wasserstand auf NN + 2,1 m
Entfernung: 110 m	Wasserstand auf NN + 2,1 m

Im Anhang A haben wir die Äquipotentiallinien über den Schnitt von der nördlichen zur südlichen Kaje sowohl für das erste als auch für das zweite Tideniedrigwasser dargestellt.

Mit freundlichen Grüßen

Prof. Dr.-Ing. Victor Rizkallah
+ Partner Ingenieures. mbH

Ansprechpartner:
Dipl.-Ing. Stefan Janus

i. A. H. Janus i. A. M. Piel

Anlagen: 1 bis 11

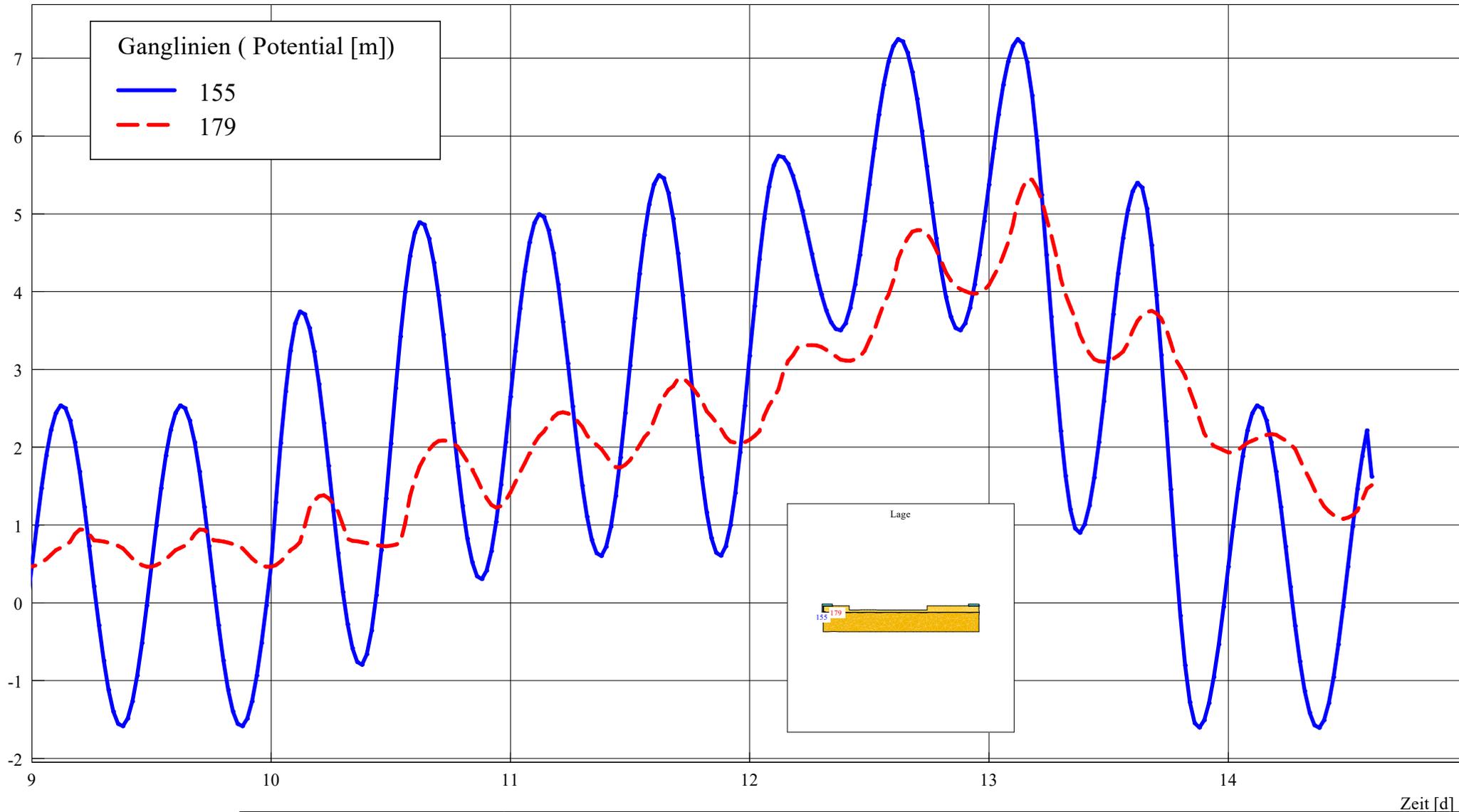
Anhang: A

Verteiler: (nur per e-mail)

Wirtschaftsförderung Bremen GmbH,
bremenports GmbH & Co. KG,
bremenports GmbH & Co. KG,

Frau Nicole Raming
Dipl.-Ing. Bastian Borchers
Dipl.-Ing. Wolfgang Grefe

Potential [m]



RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

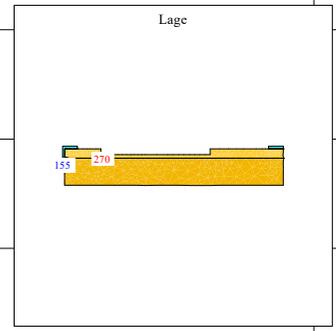
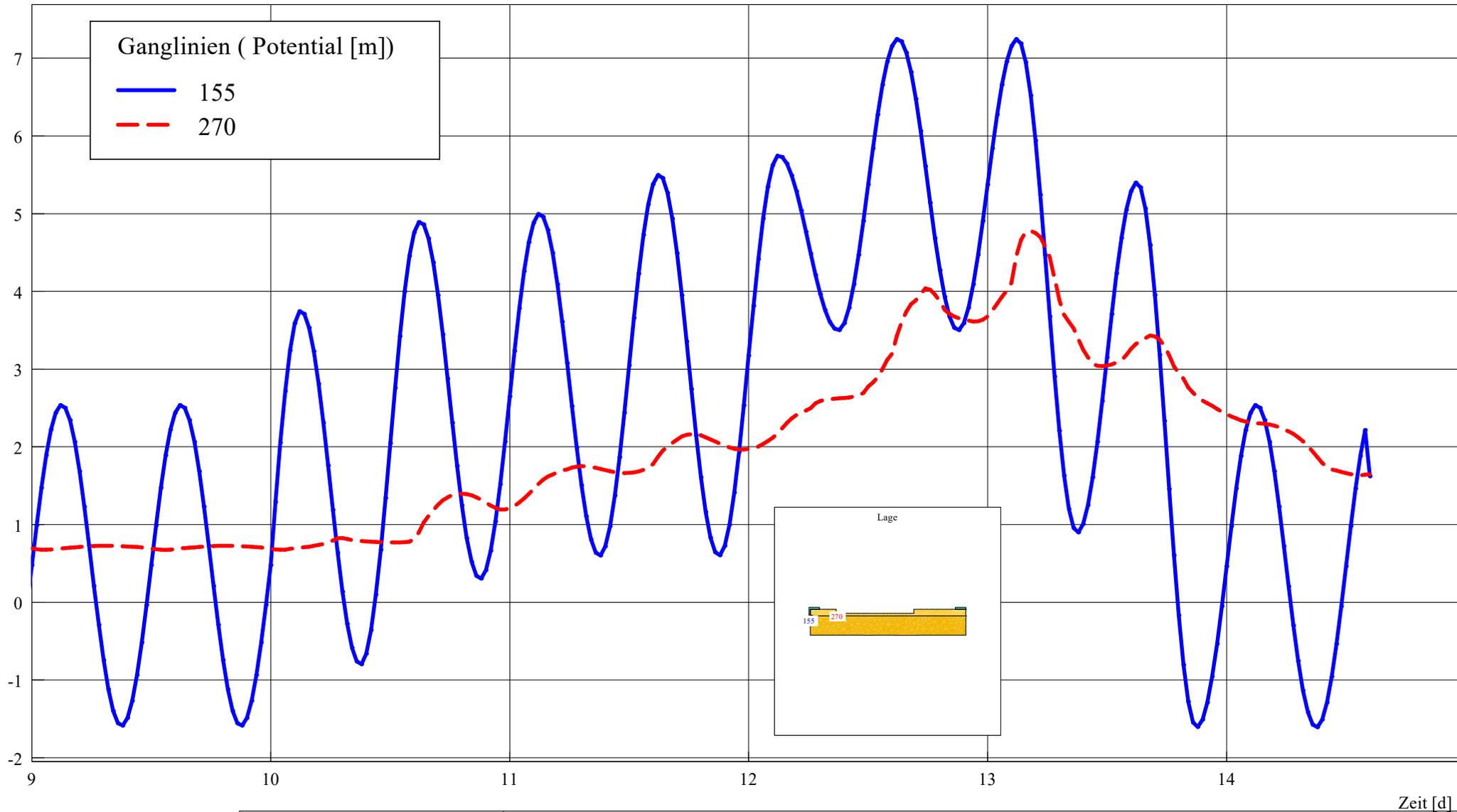
WFB Wirtschaftsförderung **Bremen** GmbH
Vorhandene Kaje und neue Hochwasserschutzwand beim Kühlhaus

Wasserdruckentwicklung hinter der westlichen Kaje während und nach der Überflutung
(Abstand von der nördlichen Kaje = rd. 10 m)

Projekt-Nr.: 1917-2015BR2

Anlagen-Nr.: 1

Potential [m]



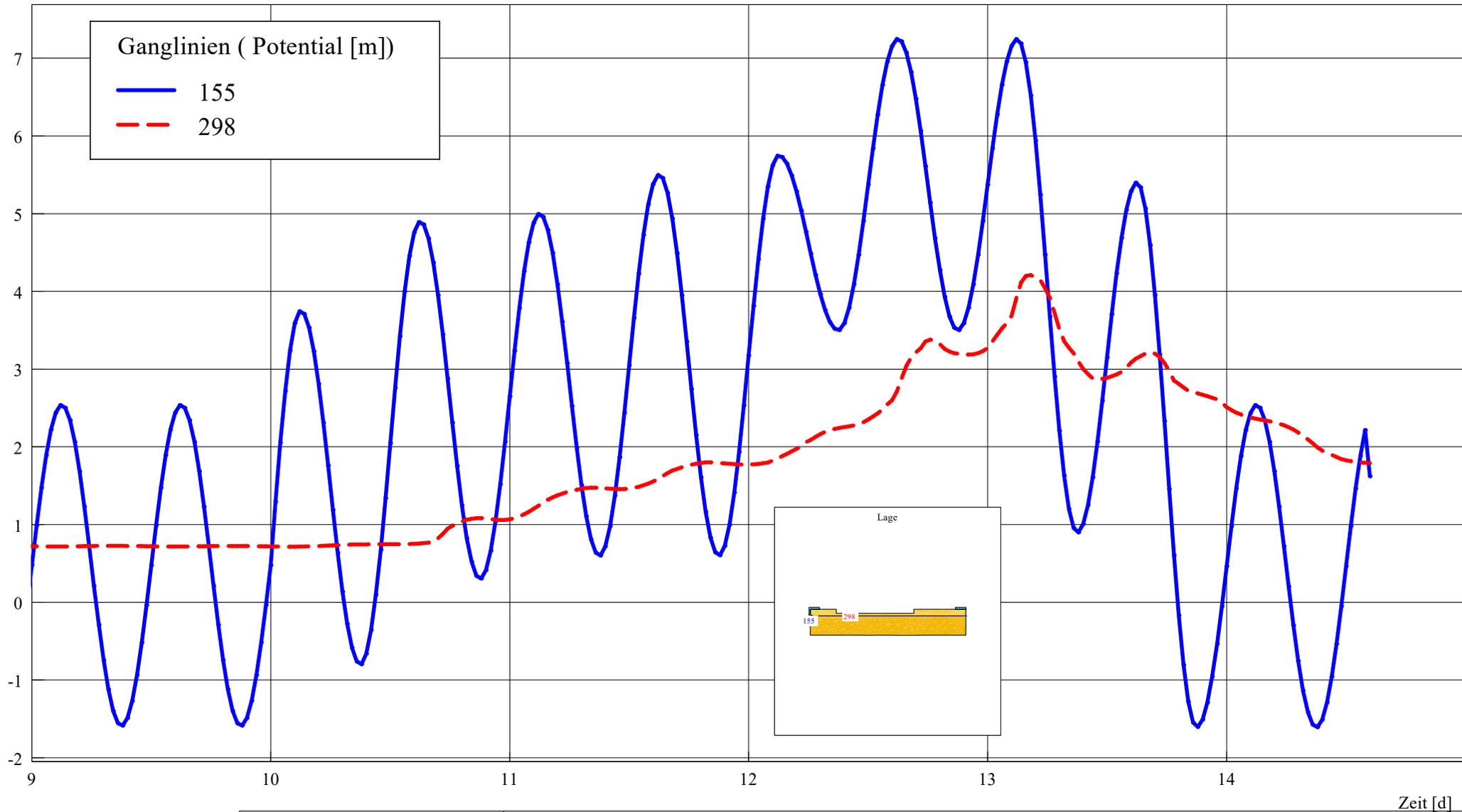
RI+P
Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH
Herrenhäuser Kirchweg 19
30167 Hannover
Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH
Vorhandene Kaje und neue Hochwasserschutzwand beim Kühlhaus
Wasserdruckentwicklung hinter der westlichen Kaje während und nach der Überflutung
(Abstand von der nördlichen Kaje = rd. 20 m)

Projekt-Nr.: 1917-2015BR2

Anlagen-Nr.: 2

Potential [m]



RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

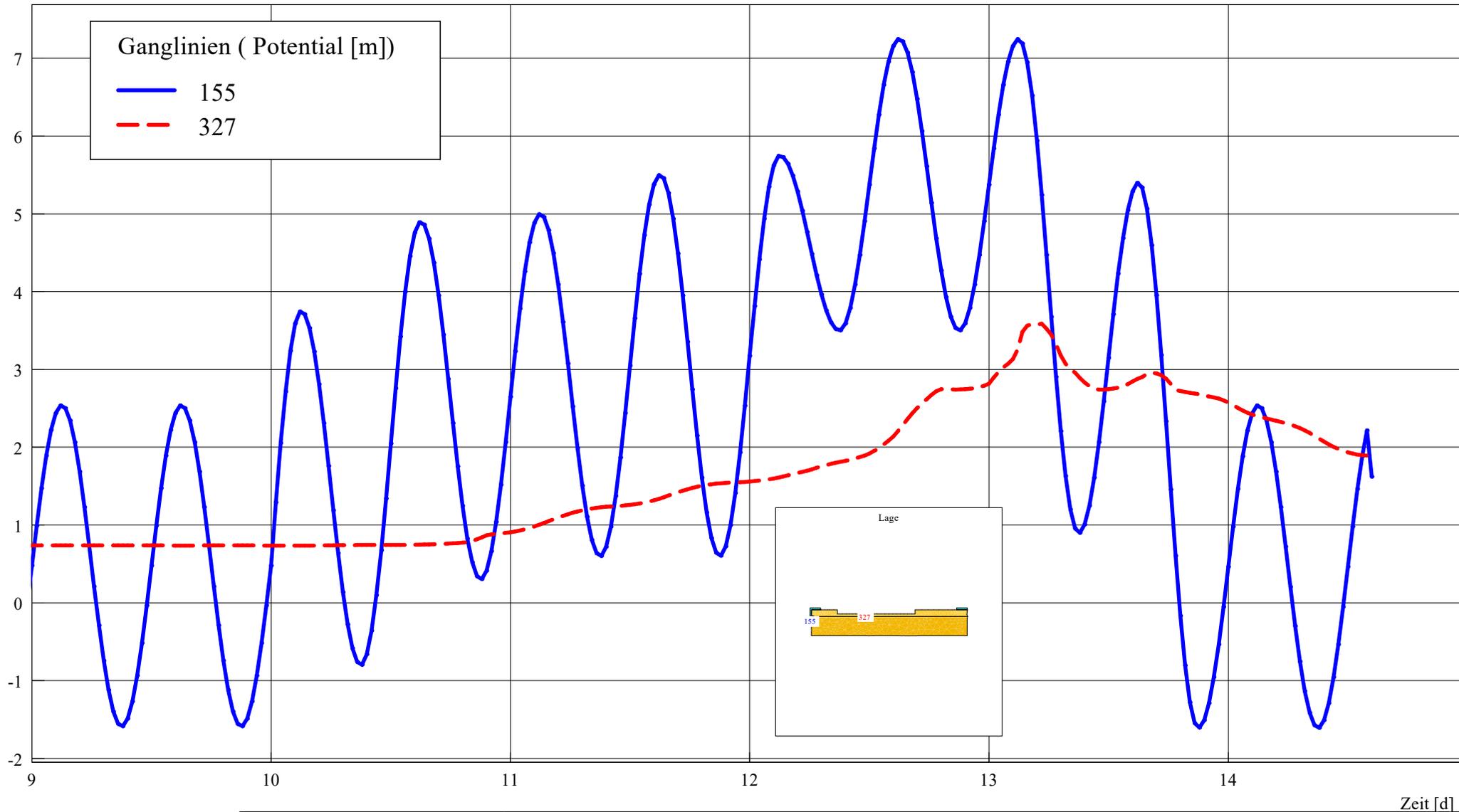
WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH
Vorhandene Kaje und neue Hochwasserschutzwand beim Kühlhaus

Wasserdruckentwicklung hinter der westlichen Kaje während und nach der Überflutung
(Abstand von der nördlichen Kaje = rd. 30 m)

Projekt-Nr.: 1917-2015BR2

Anlagen-Nr.: 3

Potential [m]



RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

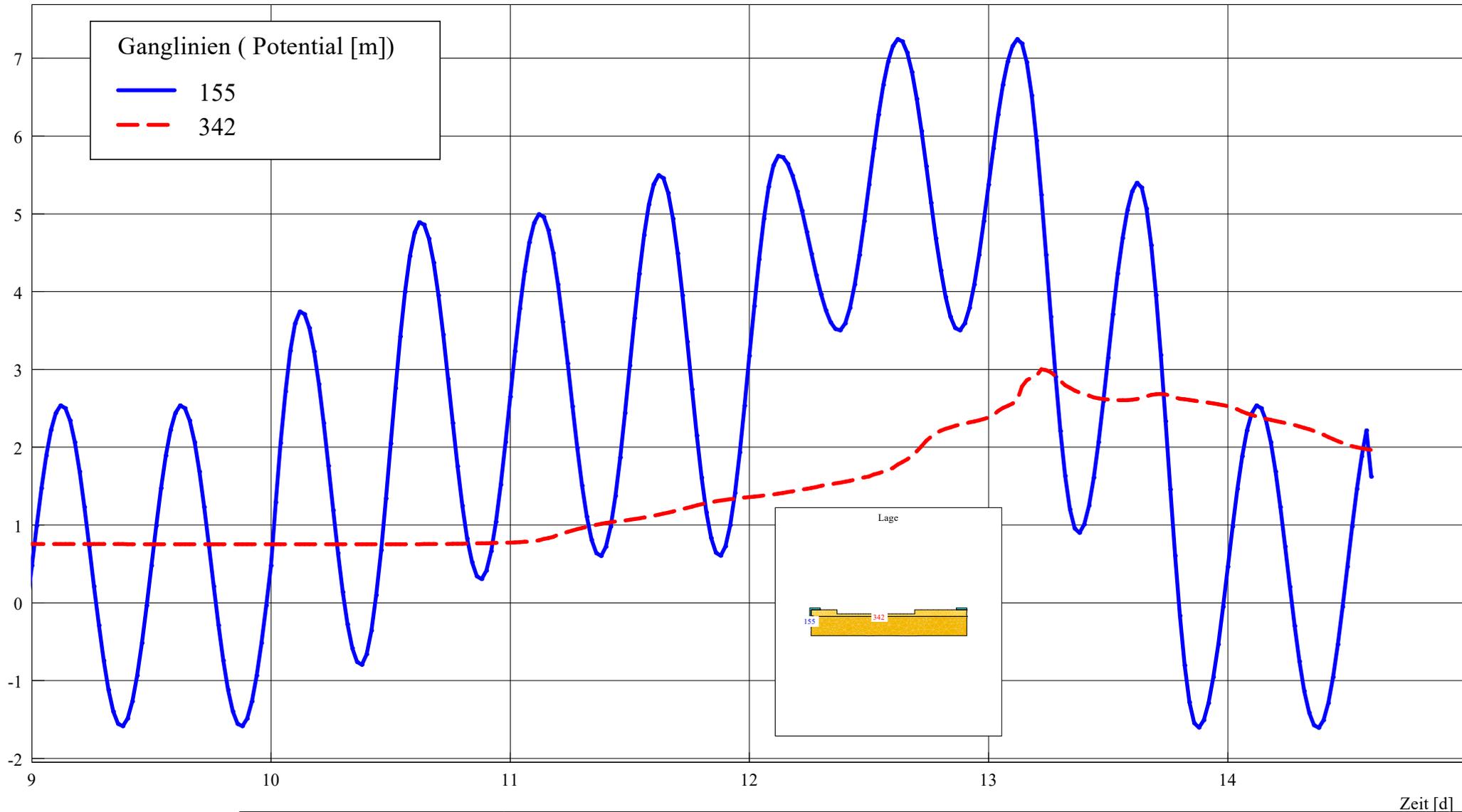
WFB Wirtschaftsförderung **Bremen** GmbH
Vorhandene Kaje und neue Hochwasserschutzwand beim Kühlhaus

Wasserdruckentwicklung hinter der westlichen Kaje während und nach der Überflutung
(Abstand von der nördlichen Kaje = rd. 40 m)

Projekt-Nr.: 1917-2015BR2

Anlagen-Nr.: 4

Potential [m]



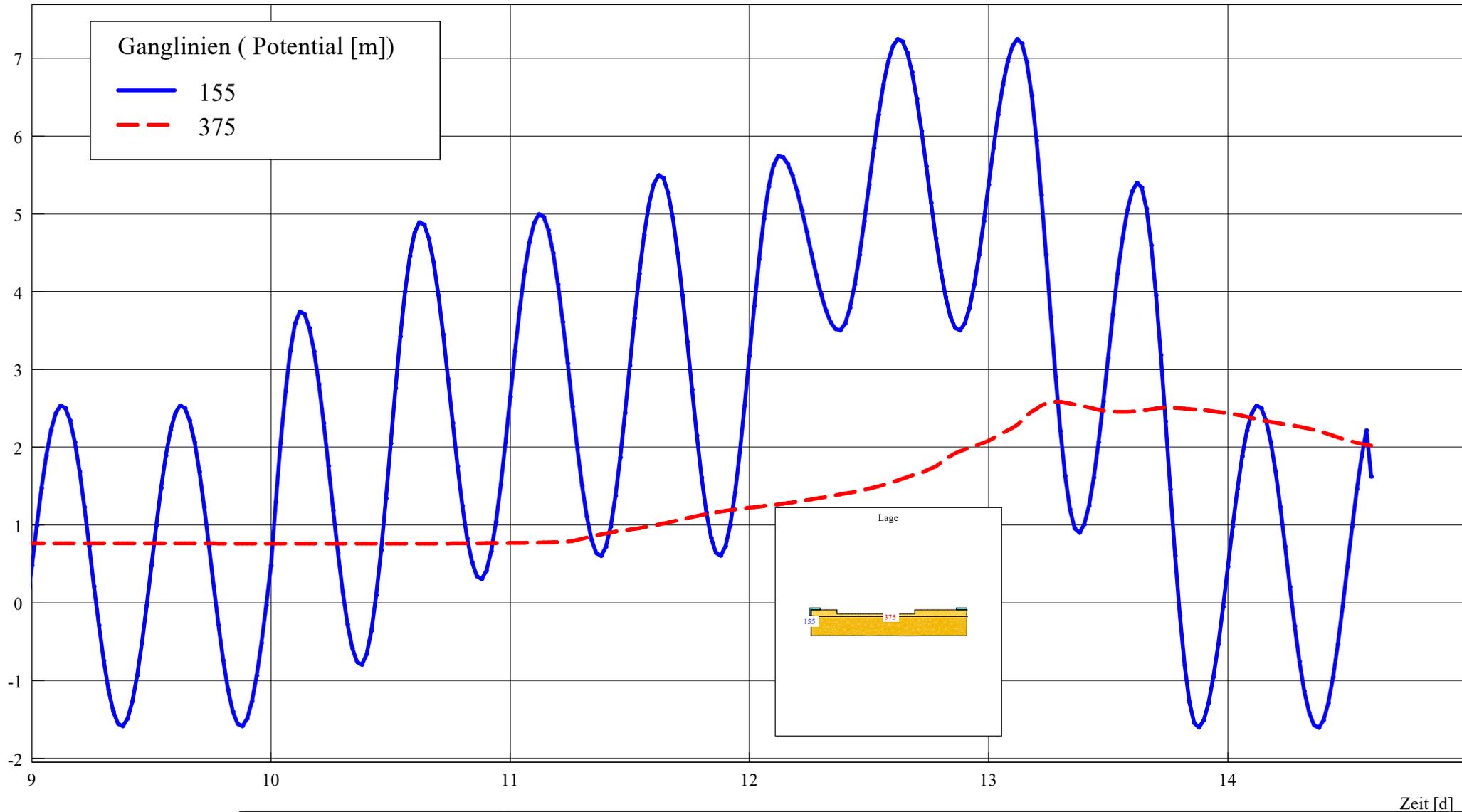
RI+P
Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH
Herrenhäuser Kirchweg 19
30167 Hannover
Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH
Vorhandene Kaje und neue Hochwasserschutzwand beim Kühlhaus
Wasserdruckentwicklung hinter der westlichen Kaje während und nach der Überflutung
(Abstand von der nördlichen Kaje = rd. 50 m)

Projekt-Nr.: 1917-2015BR2

Anlagen-Nr.: 5

Potential [m]



Zeit [d]

RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

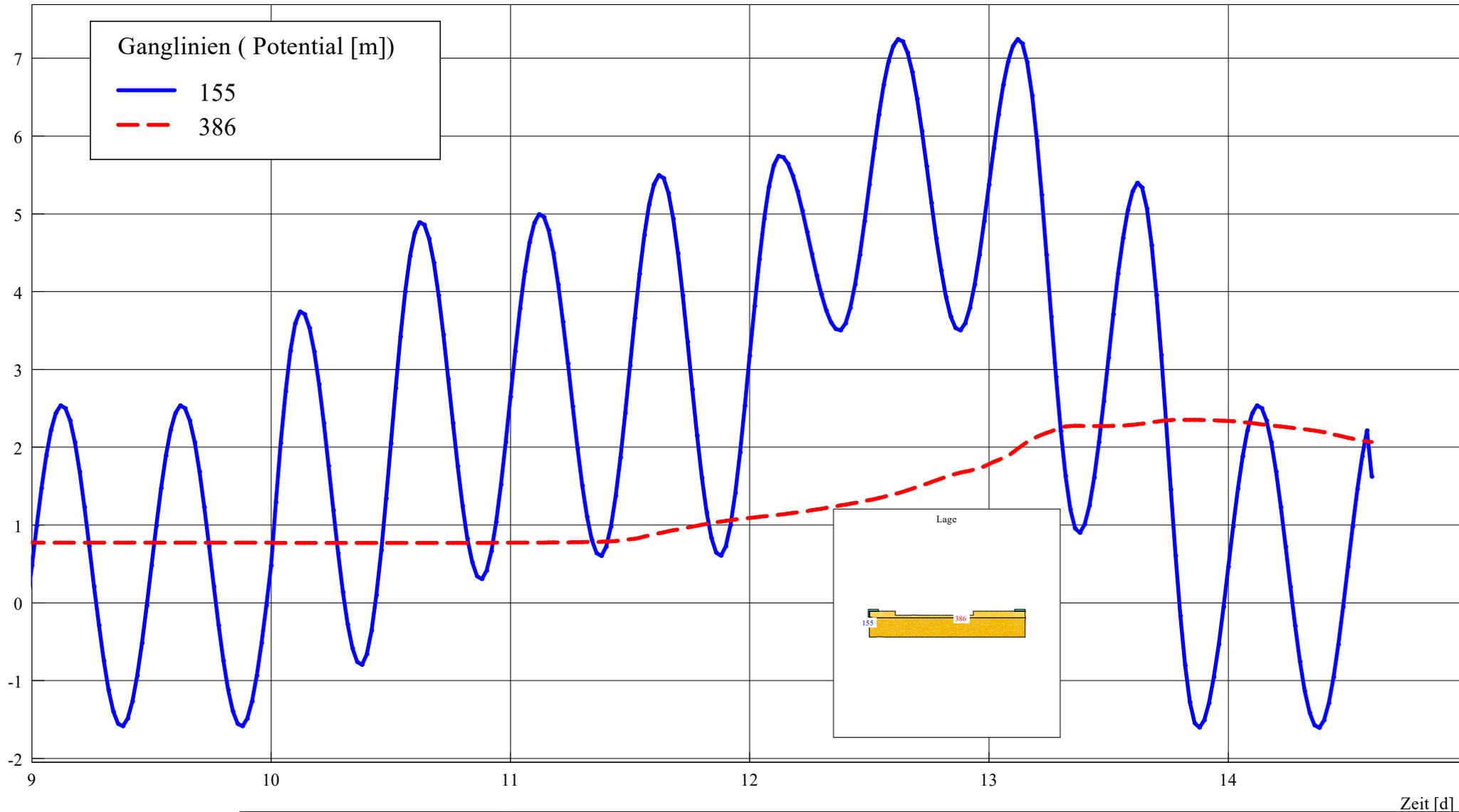
WFB Wirtschaftsförderung Bremen GmbH
Vorhandene Kaje und neue Hochwasserschutzwand beim Kühlhaus

Wasserdruckentwicklung hinter der westlichen Kaje während und nach der Überflutung
(Abstand von der nördlichen Kaje = rd. 60 m)

Projekt-Nr.: 1917-2015BR2

Anlagen-Nr.: 6

Potential [m]



RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

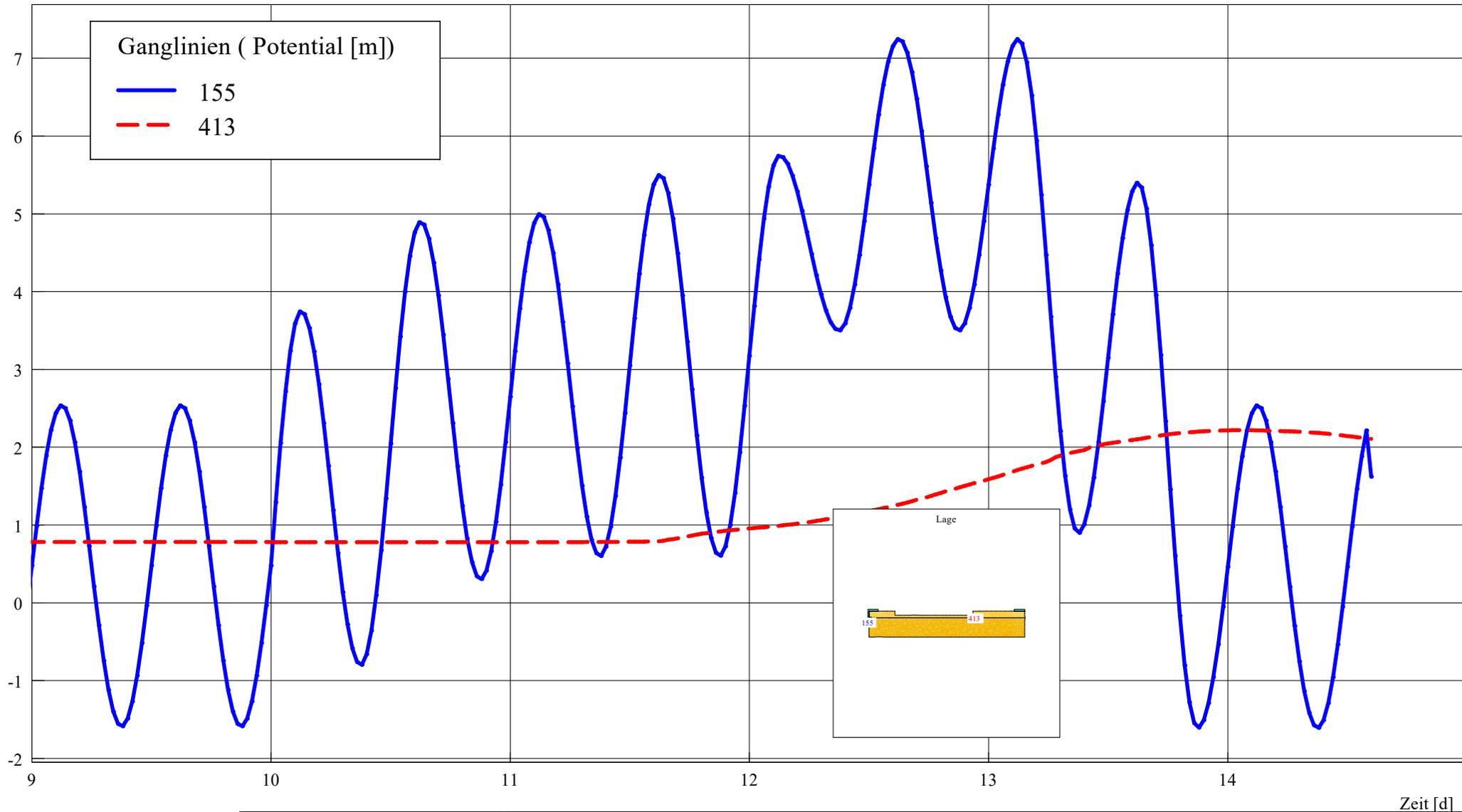
WFB Wirtschaftsförderung **Bremen** GmbH
Vorhandene Kaje und neue Hochwasserschutzwand beim Kühlhaus

Wasserdruckentwicklung hinter der westlichen Kaje während und nach der Überflutung
(Abstand von der nördlichen Kaje = rd. 70 m)

Projekt-Nr.: 1917-2015BR2

Anlagen-Nr.: 7

Potential [m]



RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

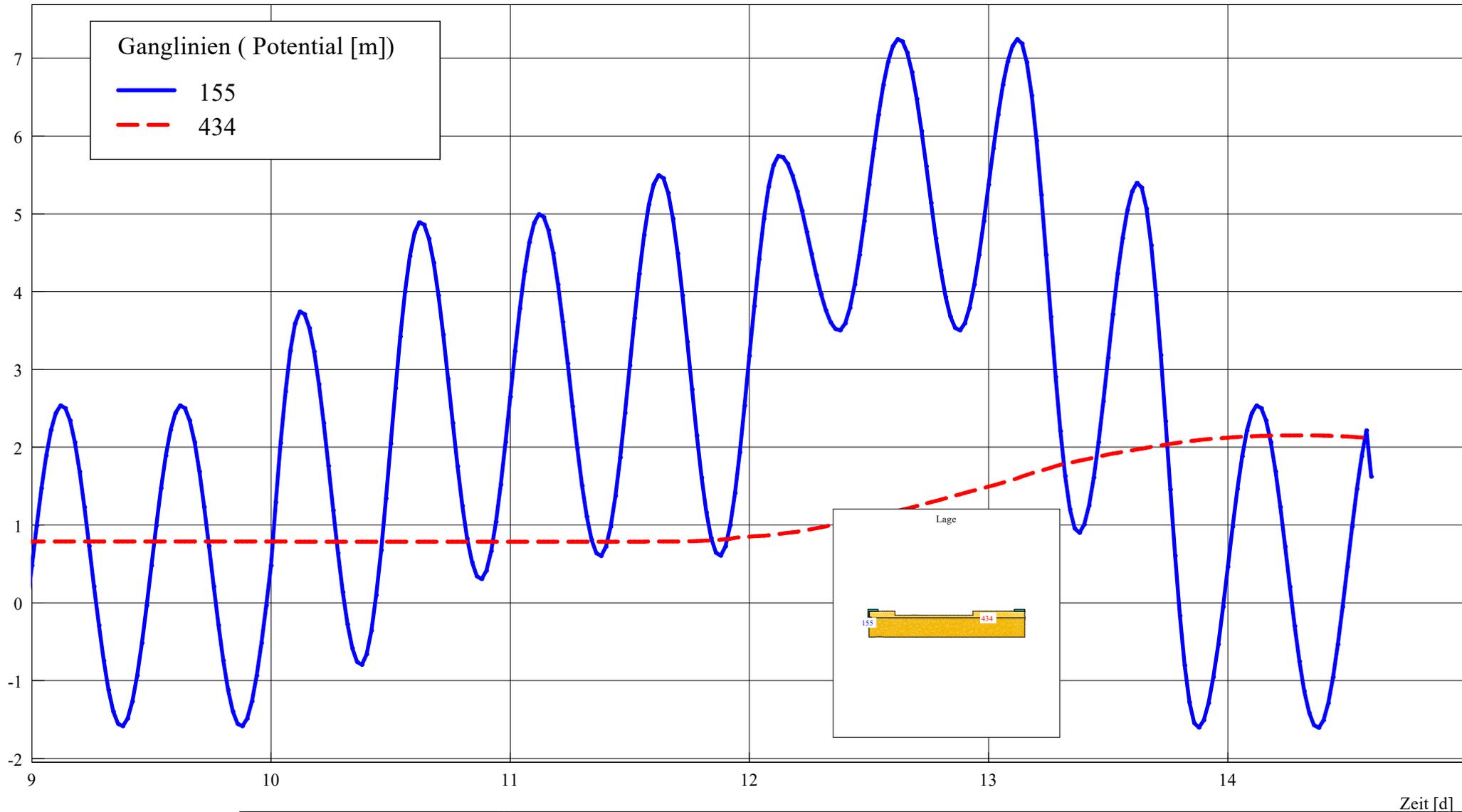
WFB Wirtschaftsförderung **Bremen** GmbH
Vorhandene Kaje und neue Hochwasserschutzwand beim Kühlhaus

Wasserdruckentwicklung hinter der westlichen Kaje während und nach der Überflutung
(Abstand von der nördlichen Kaje = rd. 80 m)

Projekt-Nr.: 1917-2015BR2

Anlagen-Nr.: 8

Potential [m]



RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

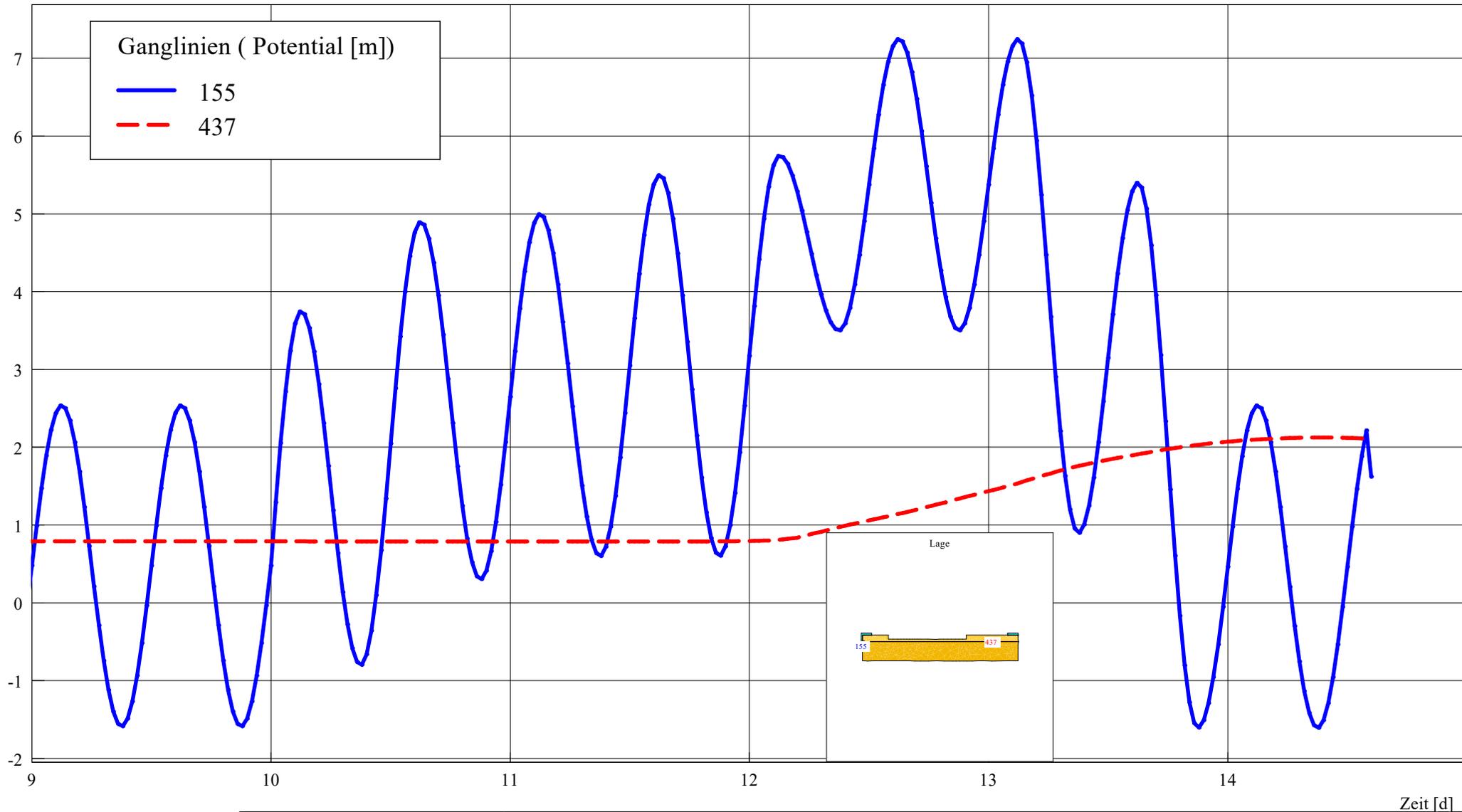
WFB Wirtschaftsförderung **Bremen** GmbH
Vorhandene Kaje und neue Hochwasserschutzwand beim Kühlhaus

Wasserdruckentwicklung hinter der westlichen Kaje während und nach der Überflutung
(Abstand von der nördlichen Kaje = rd. 90 m)

Projekt-Nr.: 1917-2015BR2

Anlagen-Nr.: 9

Potential [m]



RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

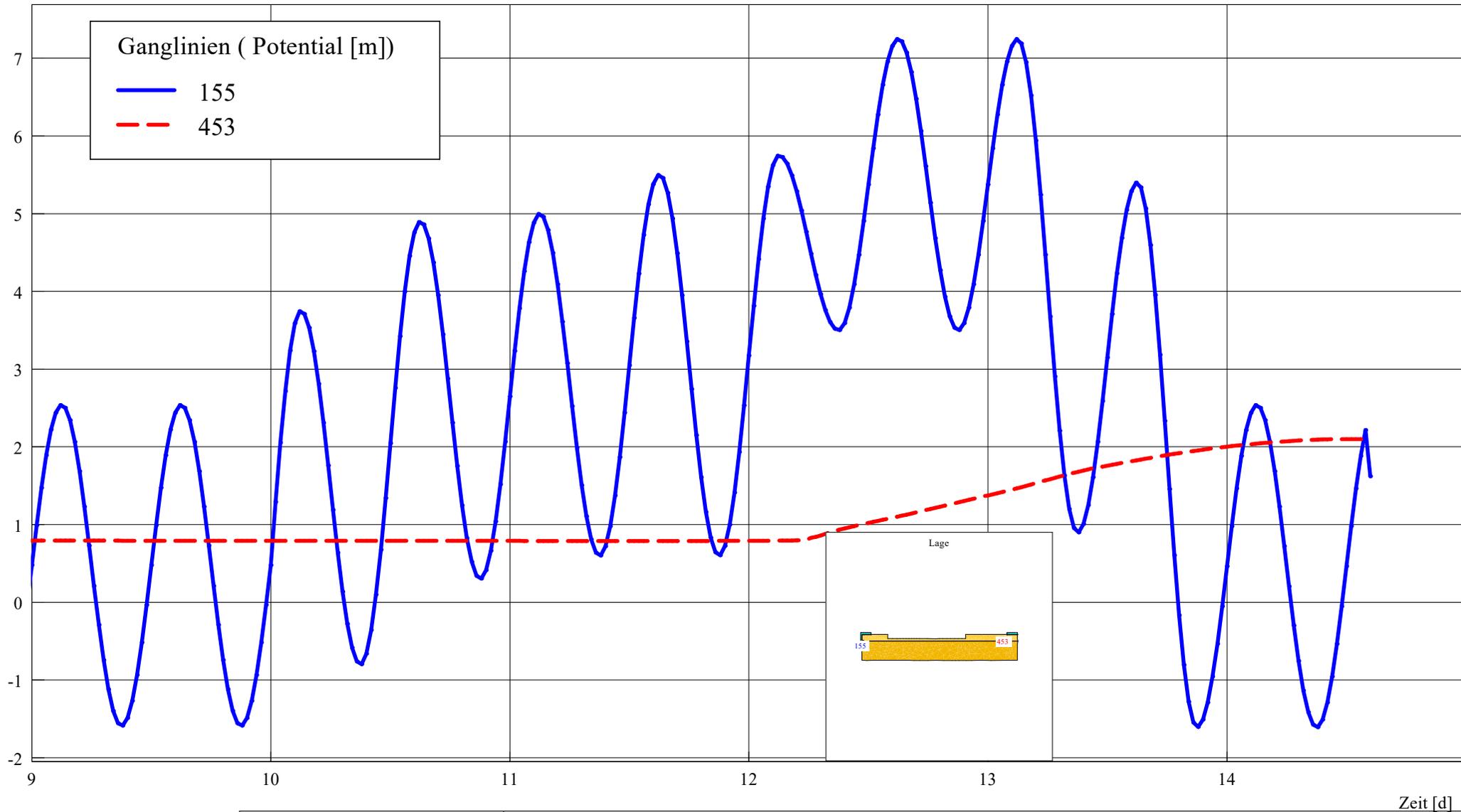
WFB Wirtschaftsförderung **Bremen** GmbH
Vorhandene Kaje und neue Hochwasserschutzwand beim Kühlhaus

Wasserdruckentwicklung hinter der westlichen Kaje während und nach der Überflutung
(Abstand von der nördlichen Kaje = rd. 100 m)

Projekt-Nr.: 1917-2015BR2

Anlagen-Nr.: 10

Potential [m]



RI+P

Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH

Herrenhäuser Kirchweg 19
30167 Hannover

Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

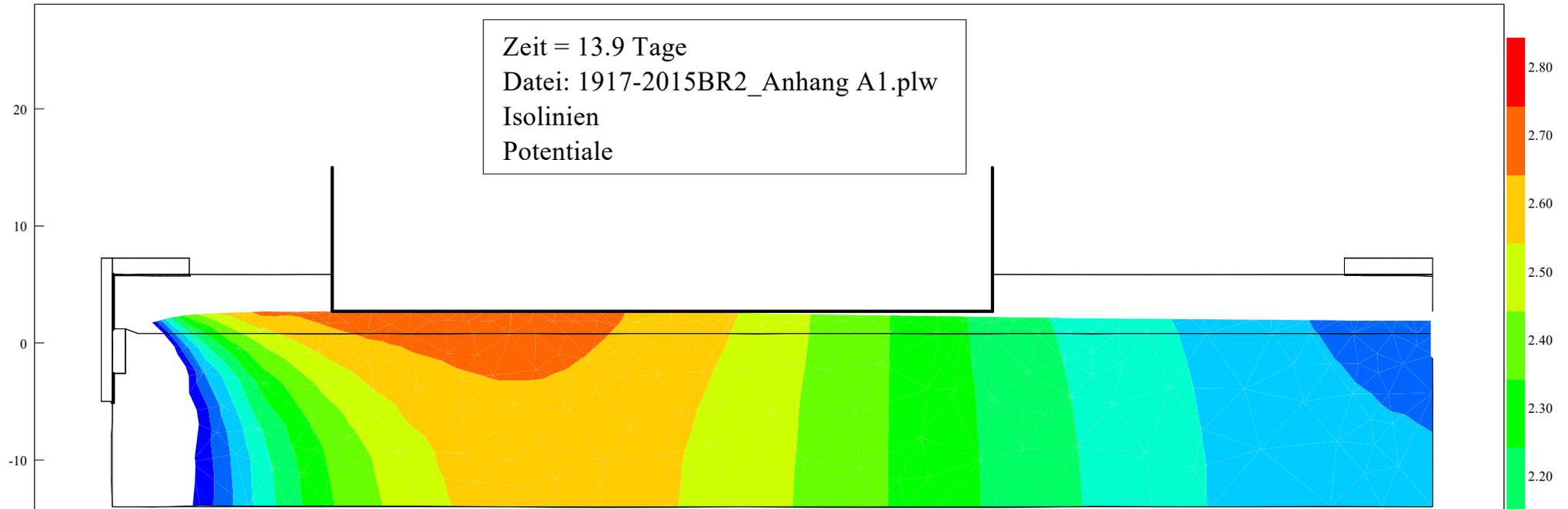
WFB Wirtschaftsförderung **Bremen** GmbH
Vorhandene Kaje und neue Hochwasserschutzwand beim Kühlhaus

Wasserdruckentwicklung hinter der westlichen Kaje während und nach der Überflutung
(Abstand von der nördlichen Kaje = rd. 110 m)

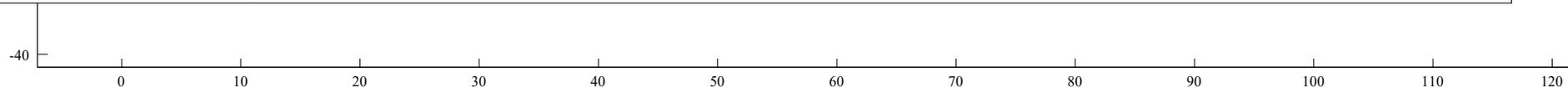
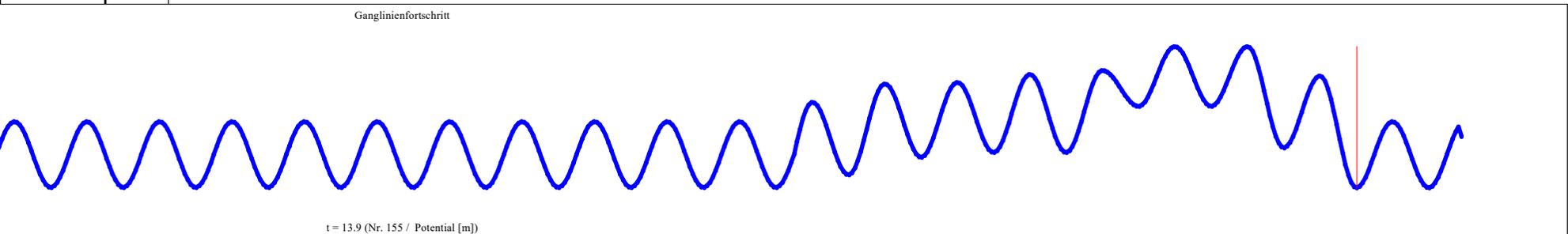
Projekt-Nr.: 1917-2015BR2

Anlagen-Nr.: 11

Zeit = 13.9 Tage
Datei: 1917-2015BR2_Anhang A1.plw
Isolinien
Potentiale



Ganglinienfortschritt



RI+P
Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH
Herrenhäuser Kirchweg 19
30167 Hannover
Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

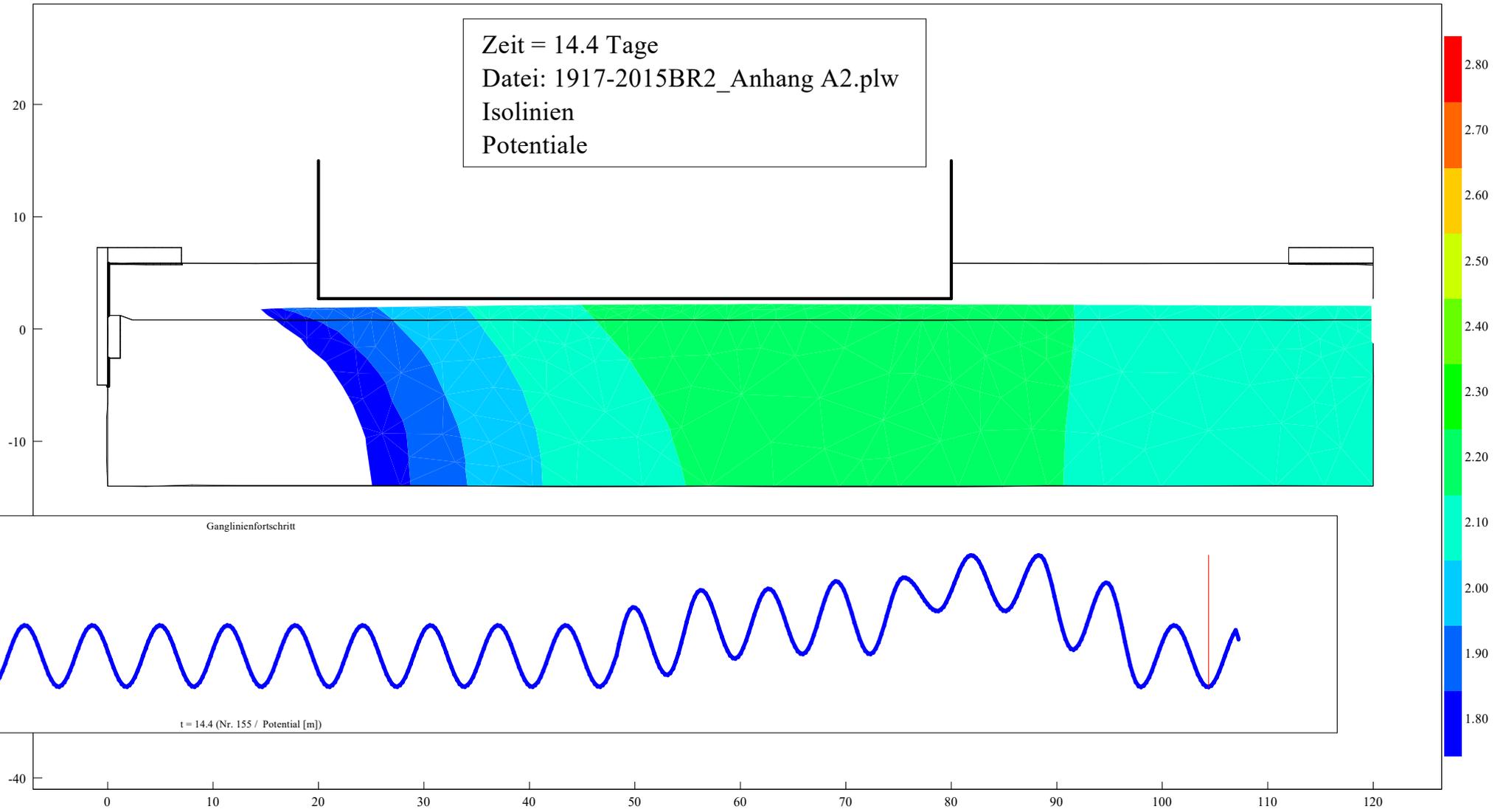
WFB Wirtschaftsförderung **Bremen** GmbH
Vorhandene Kaje und neue Hochwasserschutzwand beim Kühlhaus

Äquipotentiallinien beim 1. Tideniedrigwasser nach der Überflutung
Querschnitt von der nördlichen zur südlichen Spundwand

Projekt-Nr.: 1917-2015BR2

Anhang A1

Zeit = 14.4 Tage
Datei: 1917-2015BR2_Anhang A2.plw
Isolinien
Potentiale



RI+P
Prof. Dr.-Ing. V. Rizkallah
+ Partner GmbH
Herrenhäuser Kirchweg 19
30167 Hannover
Telefon (0511) 708875
Telefax (0511) 708800

WFB Wirtschaftsförderung **Bremen** GmbH
Vorhandene Kaje und neue Hochwasserschutzwand beim Kühlhaus
Äquipotentiallinien beim 2. Tideniedrigwasser nach der Überflutung
Querschnitt von der nördlichen zur südlichen Spundwand

Projekt-Nr.: 1917-2015BR2

Anhang A2